

Universidad Complutense de Madrid

Facultad de Ciencias Biológicas

BIBLIOTECA UCM



5301690548

**Estudio tafonómico y análisis
paleoecológico de la macro y microflora
miocena de la Cuenca de la Cerdaña**

Eduardo Barrón López



R. 24 569

Madrid - 1995

A mis padres

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	i
ÍNDICE TAXONÓMICO	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
1. GENERALIDADES	1
1.1. Introducción y objetivos	3
1.2. Antecedentes	5
1.3. Metodología	8
2. SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y CONTEXTO GEOLÓGICO	19
2.1. Situación geográfica	21
2.2. Contexto geológico	23
2.3. Localidades estudiadas	32
3. TAXONOMÍA	37
3.1. Nomenclatura y clasificación	39
3.2. Estudio paleobotánico	49
4. CONSIDERACIONES BIOESTRATIGRÁFICAS	333
4.1. Introducción	335
4.2. Macroflora	335
4.3. Microrrestos	338
5. TAFONOMÍA	343
5.1. Introducción	345
5.2. Esquema de la fosilización de un conjunto de restos vegetales en un medio acuático	346
5.3. Problemática	349
5.4. Fase bioestratinómica	352
5.4.1. Biodegradación	352
5.4.2. Transporte y deposición	355
5.4.3. Depósito y enterramiento	370
5.5. Fase fosildiagenética	376
5.5.1. Formación y composición de las asociaciones registradas	376
6. CONSIDERACIONES PALEOECOLÓGICAS	383
6.1. Introducción	385
6.2. Microflora	387
6.2.1. Tipos ecológicos del polen	387
6.2.2. Hábito	388
6.2.3. Habitat	388
6.2.4. Diversidad	389
6.2.5. Información climática	394
6.2.6. Correlación	396

6.3. Macroflora	397
6.3.1. Tipos fisonómicos	397
6.3.2. Hábito	402
6.3.3. Habitat	403
6.3.4. Abundancias	403
7. DESCRIPCIÓN DE LOS AFLORAMIENTOS ESTUDIADOS	405
7.1. Abanicos aluviales	407
7.1.1. Mina de Sanavastre	407
7.1.2. Mina de Sampsor	435
7.1.3. Vertedero de Sampsor	460
7.1.4. Gravera de Pi	470
7.1.5. Oliá	470
7.1.6. Camino al Serrat de Nas	475
7.1.7. Can Vilella	482
7.2. Fondo de lago	492
7.2.1. Prats	492
7.2.2. Coll de Saig	496
7.2.3. San Salvador	508
7.2.4. Camino de Balltarga a Bor	513
7.2.5. Beders	522
7.2.6. Torrente de la Bavosa	531
7.2.7. Riu de Santa María	536
7.2.8. Torrente de Vilella	542
7.2.9. Barranco de Salanca	561
7.2.10. Carretera de Bellver a Cerdanya a Pi	578
7.2.11. Santa Eugenia	583
7.3. Otras localidades	583
8. DISCUSIÓN	587
8.1. Datos aportados por los palinomorfos	589
8.2. Datos aportados por los macrorrestos	603
8.3. Comparación con floras actuales	610
8.4. Aspectos paleoclimatológicos	618
8.5. Comunidades vegetales inferidas	626
8.6. Aspectos paleobiogeográficos	636
8.6.1. Introducción	636
8.6.2. Datos aportados por los palinomorfos	643
8.6.3. Datos aportados por los macrorrestos	645
8.6.4. Relación con otras cuencas cenozoicas	647
9. CONCLUSIONES	653
10. TABLAS	659
11. BIBLIOGRAFÍA	681
12. LÁMINAS	715

AGRADECIMIENTOS

Esta Tesis Doctoral nunca hubiera sido escrita sin la colaboración de un buen número de amigos que paso a mencionar a continuación:

- Dras. Carmen Diéguez Jiménez y Dolores Gil Cid, directoras de esta Memoria, por su apoyo tanto científico como humano en su realización.

- Dra. M^a Eugenia Ron Álvarez, mi primera profesora de Paleobotánica y ponente de esta Tesis.

- Los integrantes del Dpto. de Paleontología de la Facultad de Ciencias Geológicas de la Universidad Complutense de Madrid e Instituto de Geología Económica (CSIC); especialmente, su Director el Dr. Antonio Goy Goy y a la Dra. M^a José Comas-Rengifo, también la Dra. Concha Herrero, Dra. Carmen Arias, Dr. Sixto Fernández, Dra. M^a Sol Ureta, Otto Kálin, Dra. Gemma Martínez, Dra. Graciela Sarmiento, Dra. Elena Moreno, Dra. Paloma Sevilla, Dra. M^a Paz Villalba, Dr. Juan Carlos Gutiérrez, Dr. Antonio Perejón, Dr. Rodrigo Soler, David Fernández, Santiago Falces, Eulogio Martín, María de Andrés, Patricio Domínguez, Rosario Palomo y, por supuesto, a mis dos chicas preferidas, Marisa Canales y Ana Rodrigo.

- Debo agradecer muy especialmente su ayuda y colaboración a Antonio Arillo, gran amigo y asesor científico, ya que sin él no hubiera podido terminarse este manuscrito; lo mismo para mi hermano David. A Sara Moralo por su amabilidad, y al resto de mi familia que ha soportado estoicamente todos los avatares de esta Tesis.

- Dras. M^a Filomena Valle y Rosario Rivas-Carballo, del Departamento de Geología de la Universidad de Salamanca, por su cariño, ayuda y colaboración en la consecución de los estudios palinológicos de esta memoria. Hago extensivo todo ello al Dr. Jorge Civis.

- Dras. Ana Buades, Margarita Moreno, Margarita Costa y Carmen Gómez, por su ayuda científica; y en fín, al Dpto. de Biología Vegetal I de la Facultad de Ciencias Biológicas de la U.C.M.

- Dres. Mercedes García Antón, Carlos Morla y Helios Sáinz. También quiero tener presentes a Fernando, Javier y Fátima.

- Dres. Jaume Gallemí y Julio Gómez-Alba y a Montserrat Navarro, del Museo de Geología de Barcelona.

- Profesora Tânia Dutra, del Dpto. de Geología de la Universidad do Rio do Vale dos Sinos (Rio Grande do Sul, Brasil), por su ayuda tanto material como humana.

- A los integrantes del Museo de Geología del Seminario de Barcelona, especialmente al ya fallecido Mosén Lluís Vía.

- Dra. Isabel Rábano, directora del Museo del ITGE, y a su antecesor Dr. Ramón Rey.

- A los aficionados J. Lladó, M. Llenás (este señor ya no es un simple coleccionista sino un futuro gran paleontólogo), J. Querol, E. Aguilar, J. Vicente y J. M. Viader.

- A los aguerridos picadores ceretanos que tantos metros cúbicos de diatomitas y mudstones han removido: Antonio, Aníbal, Paz, Esther, César, Carmen, Menchu, David, Gloria, Consuelo, M^a Mar y Teresa. Aunque no ha trabajado tanto como yo hubiera querido, debo también nombrar a Merche gracias a la cual pude saber lo que son los "cromos de picar".

- Mis agradecimientos a algunos miembros del Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC): José Bedoya, Dra. Ana Mazo, José Calleja, Lourdes Baratech y Angel Montero.

- Esta Tesis Doctoral ha sido financiada por una Beca Predoctoral de la Universidad Complutense de Madrid.

Sinceramente, gracias a todos.

ÍNDICE TAXONÓMICO

- División Briophyta		
- Orden Marchantiales		
	Microrrestos	
* Marchantiales		49
- División Lycophyta		
- Orden Lycopodiales		
- Familia Lycopodiaceae Mirbel, 1802		
	Microrrestos	
* <i>Lycopodium</i> sp.		50
- División Sphenophyta		
- Orden Equisetales		
- Familia Equisetaceae Richard ex de Candolle in Lamark & de Candolle, 1805		
	Macrorrestos	
* <i>Equisetum</i> sp.		51
- División Pteridophyta		
- Orden Osmundales		
- Familia Osmundaceae Berchtold & Presl, 1820		
	Microrrestos	
* Osmundaceae		53
	Macrorrestos	
* <i>Osmunda puschlugiana</i> (Unger) Andreánszky		53
- Orden Filicales		
- Familia Hypolepidaceae Pichi Sermoli, 1970		
	Macrorrestos	
* <i>Pteridium oeningense</i> (Unger) Hantke		56
- Incertae sedis		
	Microrrestos	
* Tipo 1		58
* Tipo 2		59
* Tipo 3		59
* Tipo 4		59
* Tipo 5		59
* Tipo 6		60
- División Pinophyta		
- Orden Cycadales		
- Familia Cycadaceae Hutchinson, 1924		
	Microrrestos	
* cf. Cycadaceae		61
- Orden Pinales		
- Familia Taxodiaceae Stud, 1924		
	Microrrestos	
* <i>Sciadopitys</i> sp.		62
* Tipo <i>Sequoia</i> sp.		63
* Tipo <i>Taxodium</i> sp.		63
	Macrorrestos	
* <i>Glyptostrobus europaeus</i> (Brongniart) Heer		64
- Familia Cupressaceae Stefanoff, 1940-1941		
	Microrrestos	

* Cupressaceae	69
Macrorrestos	
* <i>Juniperus</i> sp.	70
* Cupressaceae tipo 1	71
* Cupressaceae tipo 2	73
- Familia Pinaceae Hutchinson, 1924	
Macrorrestos	
* <i>Abies</i> sp.	76
* <i>Cathaya</i> sp.	77
* <i>Cedrus</i> sp.	77
* <i>Picea</i> sp.	78
* <i>Pinus</i> sp.	79
* <i>Tsuga</i> sp.	81
* Pinaceae indet.	82
Macrorrestos	
* aff. <i>Abies</i> sp. (semillas)	84
* aff. <i>Cedrus</i> sp. (conos ♂)	85
* <i>Pinus</i> sp. (acículas)	86
* <i>Pinus</i> sp. (conos ♂)	88
* <i>Pinus</i> sp. (escama tectriz)	89
* aff. <i>Pinus</i> sp. (semillas)	90
* <i>Tsuga moenana</i> Kircherheimer	91
* Abietoideae tipo 1	93
* Abietoideae tipo 2	94
- División Gnetophyta	
Macrorrestos	
* <i>Ephedra</i> sp.	95
- División Magnoliophyta	
- Clase Magnoliatae	
- Subclase Magnolidae	
- Orden Laurales	
- Familia Lauraceae A. L. de Jussieu, 1789.	
Macrorrestos	
* <i>Daphnogene eugeniae</i> nov. sp.	97
* <i>Daphnogene</i> sp.	101
* <i>Laurophyllum</i> sp.	104
* cf. <i>Ocotea</i> sp.	108
* <i>Persea princeps</i> (Heer) Schimper	109
- Orden Nymphaeales	
- Familia Nymphaeaceae Salisbury, 1805	
Macrorrestos	
* Nymphaeaceae	114
Macrorrestos	
* Nymphaeaceae	115
- Subclase Ranunculidae	
- Orden Ranunculales	
- Familia Berberidaceae A. L. de Jussieu, 1789	
Macrorrestos	
* Berberidaceae	116
- Familia Ranunculaceae A. L. de Jussieu, 1789	
Macrorrestos	
* Ranunculaceae	117

	Macrorrestos	
* cf. <i>Ranunculus</i> sp.		119
- Subclase Hamamelidae		
- Orden Hamamelidaceae		
- Familia Platanaceae Dumortier, 1879		
	Microrrestos	
* <i>Platanus</i> sp.		120
- Familia Hamamelidaceae R. Brown in Abel, 1818		
	Microrrestos	
* <i>Liquidambar</i> sp.		121
* cf. <i>Parrotia</i> sp.		122
	Macrorrestos	
* Hamamelidaceae		122
- Orden Urticales		
- Familia Ulmaceae Mirbel, 1815		
	Microrrestos	
* <i>Celtis</i> sp.		126
* tipo <i>Ulmus-Zelkova</i>		127
	Macrorrestos	
* <i>Ulmus</i> sp.		128
* <i>Zelkova zelkovaefolia</i> (Ung.) Bůžek et Kotlaba		131
- Orden Juglandales		
- Familia Juglandaceae A. Richard ex Kunt, 1824		
	Microrrestos	
* <i>Carya</i> sp.		141
* <i>Engelhardia</i> sp.		141
* <i>Juglans</i> sp.		142
* <i>Platycarya</i> sp.		143
* <i>Pterocarya</i> sp.		144
	Macrorrestos	
* Juglandaceae		145
- Orden Myricales		
- Familia Myricaceae Blume, 1829		
	Microrrestos	
* <i>Myrica</i> sp.		148
	Macrorrestos	
* <i>Myrica lignitum</i> (Unger) Saporta		148
* <i>Myrica marginalis</i> Heer		152
- Orden Fagales		
- Familia Fagaceae Dumortier, 1829		
	Microrrestos	
* <i>Fagus</i> sp.		155
* <i>Quercus</i> sp.		156
	Macrorrestos	
* cf. <i>Castanea</i> sp.		159
* <i>Fagus gussonii</i> Massalonga		163
* <i>Fagus pristina</i> Saporta		168
* <i>Fagus</i> sp. (cúpula)		172
* <i>Fagus</i> sp. (hayuco)		174
* <i>Quercus drymeja</i> Unger		174
* <i>Quercus hispanica</i> Rérolle		181
* <i>Quercus mediterranea</i> Unger		187
- Familia Betulaceae S. F. Gray, 1821		
	Microrrestos	
* <i>Alnus</i> sp.		193

* <i>Betula</i> sp.	194
* <i>Carpinus</i> sp.	194
* <i>Corylus</i> sp.	195
Macrorrestos	
* <i>Alnus occidentalis</i> Rérolle	195
* <i>Betula insignis</i> Gaudin	202
* <i>Carpinus grandis</i> Unger emend. Heer.	206
* <i>Carpinus neilreichii</i> Kováts	209
* <i>Corylus</i> sp.	211
* <i>Ostrya</i> sp.	212
* Betulaceae	214
- Subclase Caryophyllidae	
- Orden Caryophyllales	
- Familias Amaranthaceae A. L. de Jussieu, 1789 y	
Chenopodiaceae Ventenat, 1799	
Microrrestos	
* Amaranthaceae-Chenopodiaceae	220
- Familia Caryophyllaceae A. L. de Jussieu, 1789	
Microrrestos	
* Caryophyllaceae	221
- Orden Polygonales	
- Familia Polygonaceae A. L. de Jussieu, 1789	
Microrrestos	
* <i>Polygonum</i> sp.	223
- Subclase Dillenidae	
- Orden Malvales	
- Familia Tiliaceae A. L. de Jussieu, 1789	
Microrrestos	
* <i>Tilia</i> sp.	224
Macrorrestos	
* <i>Tilia vidali</i> Rérolle	225
- Orden Nepenthales	
- Familia Droseraceae Salisbury, 1808	
Microrrestos	
* Droseraceae	230
- Orden Violales	
- Familia Cistaceae A. L. de Jussieu, 1789	
Microrrestos	
* <i>Cistus</i> sp.	231
* <i>Helianthemum</i> sp.	231
* Cistaceae	232
- Orden Salicales	
- Familia Salicaceae Mirbel, 1815	
Microrrestos	
* <i>Salix</i> sp.	233
Macrorrestos	
* <i>Populus tremulaefolia</i> Saporta	234
* <i>Salix lavateri</i> Heer	238
* <i>Salix</i> sp.	239
* cf. <i>Salix</i> sp.	240
- Orden Capparales	
- Familia Brassicaceae Burnett, 1835	
Macrorrestos	
* Brassicaceae	241
- Orden Ericales	

- Familias Clethraceae Klotzsch, 1851 y Cyrillaceae Endlicher, 1841	
	Microrrestos
* Clethraceae-Cyrillaceae	242
- Familia Ericaceae A. L. de Jussieu, 1789	
	Microrrestos
* Ericaceae	243
- Orden Ebenales	
- Familia Sapotaceae A. L. de Jussieu, 1789	
	Microrrestos
* Sapotaceae	244
- Orden Primulales	
- Familia Myrsiniaceae R. Brown, 1810	
	Macrorrestos
* Myrsiniaceae	245
- Familia Primulaceae Ventenat, 1799	
	Microrrestos
* <i>Primula</i> sp.	247
- Subclase Rosidae	
- Orden Rosales	
- Familia Rosaceae A. L. de Jussieu, 1789	
	Microrrestos
* Rosaceae	247
- Orden Fabales	
	Macrorrestos
- Familia Mimosaceae R. Brown in Flinders, 1814	
	Microrrestos
* Tipo <i>Acacia</i> sp.	249
- Familia Caesalpiniaceae R. Brown in Flinders, 1814	
	Macrorrestos
* <i>Caesalpinia</i> sp.	250
- Familia Fabaceae Lindley, 1836	
	Microrrestos
* Tipo <i>Robinia</i> sp.	251
* Tipo <i>Ononis</i> sp.	252
* Fabales indet.	252
- Tipo 1	252
- Tipo 2	253
- Tipo 3	253
- Tipo 4	254
- Tipo 5	255
- Orden Proteales	
- Familia Elaeagnaceae A. L. de Jussieu, 1789	
	Microrrestos
* <i>Elaeagnus</i> sp.	255
- Familia Proteaceae A. L. de Jussieu, 1789	
	Macrorrestos
* cf. <i>Protea lingulata</i> Heer	256
- Orden Haloragales	
- Familia Haloragaceae R. Brown in Flinders, 1814	
	Microrrestos
* <i>Myriophyllum</i> sp.	258
- Familia Thymelaeaceae A. L. de Jussieu, 1789	
	Microrrestos
* Thymelaeaceae	259

- Familia Trapaceae Dumortier, 1828	
	Microrrestos
* <i>Trapa</i> sp.	260
	Macrorrestos
* <i>Trapa ceretana</i> Rérolle	260
- Familia Onagraceae A. L. de Jussieu, 1789	
	Microrrestos
* <i>Epilobium</i> sp.	263
- Orden Cornales	
- Familia Nyssaceae Dumortier, 1829	
	Microrrestos
* <i>Nyssa</i> sp.	264
- Familia Cornaceae Dumortier, 1829	
	Microrrestos
* <i>Cornus</i> sp.	265
	Macrorrestos
* <i>Cornus</i> sp.	265
- Orden Santalales	
- Familia Viscaceae Miers, 1851	
	Microrrestos
* Viscaceae	266
- Orden Celastrales	
- Familia Aquifoliaceae Bartling, 1830	
	Microrrestos
* <i>Ilex</i> sp.	267
- Orden Euphorbiales	
- Familia Buxaceae Dumortier, 1822	
	Microrrestos
* <i>Buxus</i> sp.1	269
* <i>Buxus</i> sp.2	270
	Macrorrestos
* <i>Buxus pliocenica</i> Saporta & Marion	270
- Familia Euphorbiaceae A. L. de Jussieu, 1789	
	Microrrestos
* <i>Euphorbia</i> sp.	275
- Orden Rhamnales	
- Familia Rhamnaceae A. L. de Jussieu, 1789	
	Microrrestos
* <i>Frangula</i> sp.	276
* <i>Rhamnus</i> sp.	276
- Familia Vitaceae A. L. de Jussieu, 1789	
	Microrrestos
* <i>Parthenocissus</i> sp.	277
- Orden Linales	
- Familia Linaceae S. F. Gray, 1821	
	Microrrestos
* <i>Linum</i> sp.	278
- Orden Sapindales	
- Familia Aceraceae A. L. de Jussieu, 1789	
	Microrrestos
* <i>Acer</i> sp.	279
	Macrorrestos
* <i>Acer integerrimum</i> (Viviani) Massalonga	280
* <i>Acer pyrenaicum</i> Rérolle	283
* <i>Acer subcampestre</i> Goeppert	289

* <i>Acer</i> sp. (sámara)	290
* <i>Acer</i> sp. (flor)	292
- Familia Meliaceae A. L. de Jussieu, 1789	
Macrorrestos	
* aff. <i>Cedrela</i> sp.	293
- Orden Geraniales	
- Familia Geraniaceae A. L. de Jussieu, 1789	
Microrrestos	
* <i>Geranium</i> sp.	294
- Orden Apiales	
- Familia Araliaceae A. L. de Jussieu, 1789	
Microrrestos	
* <i>Hedera</i> sp.	295
Macrorrestos	
* aff. <i>Aralia</i> sp.	296
- Familia Apiaceae Lindley, 1836	
Microrrestos	
* <i>Apiaceae</i>	297
- Subclase Asteridae	
- Orden Solanales	
- Familia Convolvulaceae A. L. de Jussieu, 1789	
Microrrestos	
* <i>Convolvulus</i> sp.	298
- Orden Lamiales	
- Familia Boraginaceae A. L. de Jussieu, 1789	
Microrrestos	
* <i>Echium</i> sp.	300
- Familia Lamiaceae Lindley, 1836	
Microrrestos	
* <i>Phlomis</i> sp.	300
* <i>Lamiaceae</i>	301
- Orden Scrophulariales	
- Familia Oleaceae Hoffmannsegg & Link, 1813-1820	
Microrrestos	
* <i>Fraxinus</i> sp.	302
* <i>Ligustrum</i> sp.	303
* <i>Olea</i> sp.	303
* <i>Phyllirea</i> sp.	304
Macrorrestos	
* <i>Fraxinus numana</i> Massalongo	304
- Orden Rubiales	
- Familia Rubiaceae A. L. de Jussieu, 1789	
Microrrestos	
* <i>Rubiaceae</i>	307
- Orden Dipsacales	
- Familia Caprifoliaceae A. L. de Jussieu, 1789	
Microrrestos	
* <i>Lonicera</i> sp.	308
* <i>Sambucus</i> sp.	308
* <i>Viburnum</i> sp.	309
- Familia Valerianaceae Batsch, 1802	
Microrrestos	
* <i>Valeriana</i> sp.	310
- Familia Dipsacaceae A. L. de Jussieu, 1789	
Microrrestos	

* <i>Scabiosa</i> sp.	310
- Orden Asterales	
- Familia Asteraceae Dumortier, 1822	
Microrrestos	
* Asteraceae liguliflorae	312
* Asteraceae tubuliflorae	312
- Clase Liliatae	
- Subclase Alismatidae	
- Orden Najadales	
- Familia Potamogetonaceae Dumortier, 1829	
Microrrestos	
* <i>Potamogeton</i> sp.	315
Macrorrestos	
* <i>Potamogeton orbiculare</i> Rérolle	316
- Subclase Arecidae	
- Orden Arecales	
- Familia Arecaceae C. H. Schultz-Schultzenstein, 1832	
Microrrestos	
* Arecaceae	318
Macrorrestos	
* Arecaceae	319
- Subclase Commelinidae	
Macrorrestos	
- Orden Cyperales	
- Familia Cyperaceae A. L. de Jussieu, 1789	
Microrrestos	
* Cyperaceae	320
- Familia Poaceae Barnhart, 1895	
Microrrestos	
* Poaceae	322
Macrorrestos	
* Poaceae (hojas)	322
* Poaceae (inflorescencias)	323
- Orden Typhales	
- Familias Sparganiaceae Rudolphi, 1830 y Typhaceae A. L.	
de Jussieu, 1789	
Microrrestos	
* <i>Typha</i> sp.	325
* Sparganiaceae-Typhaceae	325
Macrorrestos	
* <i>Typha latissima</i> Alex Braun in Heer	326
* Commelinidae indet.	328
- Subclase Lilidae	
- Orden Liliales	
- Familia Liliaceae A. L. de Jussieu, 1789	
Microrrestos	
* Liliaceae	329
Macrorrestos	
* <i>Smilax hastata</i> (Brongniart) Saporta	330

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1.- Situación geográfica de los afloramientos estudiados	22
Fig. 2.- La Cerdaña en el contexto geológico de los Pirineos Orientales según ROCA, 1986	24
Fig. 3.- Columna estratigráfica y sintética de la Unidad Neógena Inferior según ANADÓN et al., 1989	27
Fig. 4.- <i>Equisetum</i> sp.	52
Fig. 5.- <i>Osmunda parrishiana</i>	54
Fig. 6.- <i>Pteridium oeningense</i>	57
Fig. 7.- <i>Glyptostobus europaeus</i>	65
Fig. 8.- Cupressaceae tipo 1	71
Fig. 9.- Cupressaceae tipo 2	74
Fig. 10.- aff. <i>Abies</i> sp.	84
Fig. 11.- aff. <i>Cedrus</i> sp.	86
Fig. 12.- <i>Pinus</i> sp.	88
Fig. 13.- <i>Pinus</i> sp.	89
Fig. 14.- aff. <i>Pinus</i> sp.	90
Fig. 15.- <i>Tsuga moenana</i>	92
Fig. 16.- Abietoideae tipo 1	93
Fig. 17.- Abietoideae tipo 1	94
Fig. 18.- <i>Daphnogene eugeniae</i>	97
Fig. 19.- <i>Daphnogene</i> sp.	103
Fig. 20.- <i>Laurophyllum</i> sp	106
Fig. 21.- <i>Laurophyllum</i> sp	107
Fig. 22.- <i>Ocotea</i> sp	108
Fig. 23.- <i>Persea princeps</i>	112
Fig. 24.- cf. <i>Ranunculus</i> sp	119
Fig. 25.- Hamamelidaceae	124
Fig. 26.- <i>Ulmus</i> sp	129
Fig. 27.- <i>Ulmus</i> sp	131
Fig. 28.- <i>Zelkova zelkovaefolia</i>	136
Fig. 29.- Juglandaceae	146
Fig. 30.- <i>Myrica lignitum</i>	150
Fig. 31.- <i>Myrica marginalis</i>	153
Fig. 32.- <i>Fagus gussonii</i>	166
Fig. 33.- Detalle de nerviación de <i>Fagus gussonii</i>	167
Fig. 34.- <i>Fagus pristina</i>	170
Fig. 35.- Detalle de nerviación de <i>Fagus pristina</i>	171
Fig. 36.- <i>Quercus drymeja</i>	176
Fig. 37.- <i>Quercus hispanica</i>	183
Fig. 38.- <i>Alnus occidentalis</i>	198
Fig. 39.- <i>Alnus occidentalis</i>	199
Fig. 40.- <i>Betula insignis</i>	203
Fig. 41.- <i>Betula insignis</i>	204
Fig. 42.- <i>Carpinus grandis</i>	207
Fig. 43.- <i>Carpinus neilreichii</i>	210
Fig. 44.- <i>Ostrya</i> sp	213
Fig. 45.- Betulaceae	216
Fig. 46.- <i>Tilia vidali</i>	226
Fig. 47.- <i>Tilia vidali</i>	228
Fig. 48.- <i>Populus tremulaefolia</i>	235
Fig. 49.- <i>Populus tremulaefolia</i>	236
Fig. 50.- <i>Salix lavateri</i>	239
Fig. 51.- <i>Caesalpinia</i> sp	250
Fig. 52.- Fabales tipo 1	252
Fig. 53.- Fabales tipo 2	253

Fig. 54.- Fabales tipos 3, 4 y 5	254
Fig. 55.- cf. <i>Protea lingulata</i>	257
Fig. 56.- <i>Cornus</i> sp	266
Fig. 57.- <i>Buxus pliocenica</i>	272
Fig. 58.- <i>Acer integerrimum</i>	282
Fig. 59.- <i>Acer pyrenaicum</i>	286
Fig. 60.- <i>Acer pyrenaicum</i>	288
Fig. 61.- <i>Acer</i> sp	291
Fig. 62.- aff. <i>Cedrela</i> sp	293
Fig. 63.- <i>Potamogeton orbiculare</i>	317
Fig. 64.- Poaceae	323
Fig. 65.- Poaceae	324
Fig. 66.- <i>Typha latissima</i>	327
Fig. 67.- <i>Smilax hastata</i>	331
Fig. 68.- Distribución estratigráfica de las especies inferidas a partir de macrorrestos	338
Fig. 69.- Distribución estratigráfica de las especies inferidas a partir de palinomorfos	342
Fig. 70.- Posibles vías de destrucción de un resto vegetal según THOMAS & SPICER (1987)	348
Fig. 71.- Efecto Neves (tomado de TRAVERSE, 1988)	358
Fig. 72.- Procedencia de los taxones clasificados desde un punto de vista tafonómico y paleoecológico en la cuenca de la Cerdaña	376
Fig. 73.- Columna estratigráfica de la mina de Sanavastre	409
Fig. 74.- Diagrama polínico de la mina de Sanavastre	427
Fig. 75.- Datos paleoecológicos de la mina de Sanavastre (palinomorfos)	429
Fig. 76.- Diversidad/Equitabilidad en la mina de Sanavastre (palinomorfos)	431
Fig. 77.- Análisis de correlación de los niveles de la mina de Sanavastre	435
Fig. 78.- Columna estratigráfica de la mina de Sampsor	437
Fig. 79.- Diagrama polínico de la mina de Sampsor	453
Fig. 80.- Datos paleoecológicos de la mina de Sampsor (palinomorfos)	455
Fig. 81.- Diversidad/Equitabilidad en la mina de Sampsor (palinomorfos)	457
Fig. 82.- Análisis de correlación de los niveles de la mina de Sampsor	459
Fig. 83.- Diagrama polínico del vertedero de Sampsor	465
Fig. 84.- Datos paleoecológicos del vertedero de Sampsor (palinomorfos)	467
Fig. 85.- Diversidad/Equitabilidad en el vertedero de Sampsor (palinomorfos)	469
Fig. 86.- Datos paleoecológicos en Olià 2 (palinomorfos)	473
Fig. 87.- Diagrama polínico del camino al Serrat de Nas	479
Fig. 88.- Datos paleoecológicos del camino al Serrat de Nas (palinomorfos)	481
Fig. 89.- Columna estratigráfica de Can Vilella	482
Fig. 90.- Diagrama polínico de Can Vilella	487
Fig. 91.- Diversidad/Equitabilidad en Can Vilella (palinomorfos)	489
Fig. 92.- Datos paleoecológicos de Can Vilella (palinomorfos)	491
Fig. 93.- Datos paleoecológicos de Prats (palinomorfos)	495
Fig. 94.- Datos paleoecológicos de Coll de Saig (macrorrestos)	501
Fig. 95.- Diagrama polínico de Coll de Saig	503
Fig. 96.- Datos paleoecológicos de Coll de Saig (palinomorfos)	505
Fig. 97.- Datos paleoecológicos de San Salvador (palinomorfos)	509
Fig. 98.- Datos paleoecológicos del camino de Balltarga a Bor (palinomorfos)	515
Fig. 99.- Datos paleoecológicos del camino de Balltarga a Bor (macrorrestos)	517
Fig. 100.- Datos paleoecológicos de Beders (palinomorfos)	523
Fig. 101.- Datos paleoecológicos de Beders (macrorrestos)	527
Fig. 102.- Datos paleoecológicos del torrente de la Bavosa (palinomorfos)	533
Fig. 103.- Datos paleoecológicos del Riu de Santa María (palinomorfos)	539
Fig. 104.- Datos paleoecológicos del torrente de Vilella (macrorrestos)	549
Fig. 105.- Diagrama polínico del torrente de Vilella	553
Fig. 106.- Diversidad/Equitabilidad en el torrente de Vilella (palinomorfos)	555
Fig. 107.- Datos paleoecológicos del torrente de Vilella (palinomorfos)	557

Fig. 108.- Datos paleoecológicos del barranco de Salanca (macrorrestos)	569
Fig. 109.- Diagrama polínico del barranco de Salanca	571
Fig. 110.- Diversidad/Equitabilidad del barranco de Salanca (palinomorfos)	573
Fig. 111.- Datos paleoecológicos del barranco de Salanca (palinomorfos)	575
Fig. 112.- Datos paleoecológicos de la carretera de Bellver de Cerdanya a Pi (palinomorfos)	581
Fig. 113.- Datos aportados por el conjunto de los taxones identificados a partir de palinomorfos	593-596
Fig. 114.- Análisis de correlación de los niveles de las minas de Sanavastre y Sampsor	600
Fig. 115.- Análisis de correlación de todos los afloramientos estudiados en esta Tesis	601
Fig. 116.- Análisis de correlación de todos los afloramientos estudiados sin tener en cuenta las minas de Sanavastre y Sampsor	602
Fig. 117.- Datos aportados por el conjunto de los taxones determinados a partir de los macrorrestos	604-605
Fig. 118.- Tabla de frecuencias inferidas en base a la abundancia de los taxones identificados a partir de macrorrestos	608-609
Fig. 119.- Datos paleogeobotánicos inferidos a partir de macrorrestos en los afloramientos de Coll de Saig, camino de Balltarga a Bor, Beders, torrente de Vilella y barranco de Salanca	617
Fig. 120.- Porcentajes de los palinomorfos y macrorrestos según sus requerimientos térmicos	620
Fig. 121.- Tipos foliares en los afloramientos de Coll de Saig, camino de Balltarga a Bor, Beders, torrente de Vilella y barranco de Salanca	622
Fig. 122.- Porcentajes de los tipos de margen de los restos foliares en los afloramientos de Coll de Saig, camino de Balltarga a Bor, Beders, torrente de Vilella y barranco de Salanca	623
Fig. 123.- Porcentajes de los taxones inferidos a partir de los palinomorfos según la Geoflora a la que corresponden	644
Fig. 124.- Porcentajes de los taxones inferidos a partir de los macrorrestos según la Geoflora a la que corresponden	646

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Número de ejemplares y porcentajes de los taxones identificados a partir de palinomorfos en el afloramiento de Oliá 2	661
Tabla 2.- Número de ejemplares y porcentajes de los taxones identificados a partir de palinomorfos en el afloramiento de Prats	662-663
Tabla 3.- Número de ejemplares y porcentajes de los taxones identificados a partir de macrorrestos en el afloramiento de Coll de Saig	664-665
Tabla 4.- Número de ejemplares y porcentajes de los taxones identificados a partir de palinomorfos en el afloramiento de San Salvador	666
Tabla 5.- Número de ejemplares y porcentajes de los taxones identificados a partir de palinomorfos en el afloramiento del camino de Balltarga a Bor	667-668
Tabla 6.- Número de ejemplares y porcentajes de los taxones identificados a partir de macrorrestos en el afloramiento del camino de Balltarga a Bor	669
Tabla 7.- Número de ejemplares y porcentajes de los taxones identificados a partir de palinomorfos en el afloramiento de Beders	670-671
Tabla 8.- Número de ejemplares y porcentajes de los taxones identificados a partir de macrorrestos en el afloramiento de Beders	672
Tabla 9.- Número de ejemplares y porcentajes de los taxones identificados a partir de palinomorfos en el afloramiento del torrente de la Bavosa	673-674
Tabla 10.- Número de ejemplares y porcentajes de los taxones identificados a partir de palinomorfos en el afloramiento del Riu de Santa María	675-676
Tabla 11.- Número de ejemplares y porcentajes de los taxones identificados a partir de macrorrestos en el afloramiento del torrente de Vilella	677
Tabla 12.- Número de ejemplares y porcentajes de los taxones identificados a partir de macrorrestos en el afloramiento del barranco de Salanca	678
Tabla 13.- Número de ejemplares y porcentajes de los taxones identificados a partir de palinomorfos en el afloramiento de la carretera de Bellver de Cerdanya a Pi	679

1. GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Realizar una investigación paleoflorística integral de una zona es inusual ya que la mayoría de las veces se abarca por separado el estudio de los macro y de los microrrestos. Uno de los aspectos que nos ha llevado a analizar todo el contenido paleobotánico de los afloramientos de la Cerdaña es el sesgo de información paleobiológica que presentan ya que, normalmente, no se encuentran en los afloramientos todos los taxones que vivían en la antigua comunidad. El caso de la Cerdaña puede extrapolarse a casi todos los yacimientos con contenido paleobotánico. Así, TALLIS (1991) explica que en el Holoceno de Abernethy Forest (NE de Escocia), de los 53 taxones registrados, sólo 13 aparecen como micro y macrofósiles; 32 sólo como granos de polen (algunos tan importantes en los ecosistemas de la zona como *Corylus*, *Juniperus* L. y *Lycopodium* L.); y 8 (incluyendo *Juncus* L. y *Narcissus* L.) fueron hallados exclusivamente como macrofósiles.

SPICER (1989) opina que el polen y las esporas por sí solos no dan una adecuada indicación de la vegetación del pasado, y su estudio debería ser complementado con los datos proporcionados por los macrofósiles. KRASILOV (1975) expone exactamente lo contrario: "la palinocenosis da una mejor imagen de la vegetación que los lechos de semillas y otros grandes órganos" (refiriéndose a hojas, frutos, leños y flores).

Nosotros pensamos, al igual que CHALONER (1968), que no es más completa una micro que una macroflora o viceversa, sino que cada una de ellas dará una imagen incompleta de la vegetación que existió en el pasado en una determinada región.

En resumen, si queremos realmente realizar un estudio tafonómico y paleoecológico de las asociaciones registradas en los materiales de la región de la Cerdaña tendremos que atender tanto al aspecto macroflorístico como al palinológico.

Teniendo en cuenta esto, debemos exponer que los estudios de los vegetales miocenos de la Cerdaña española (provincias de Lérida y Gerona), se han realizado hasta el momento de forma incompleta, ya que se han tratado los aspectos macro y micropaleontológicos por separado, generalizando los resultados obtenidos para explicar la historia de la vegetación y el clima de toda la cuenca. Además, estos trabajos tienen una limitación cuantitativa respecto a la cantidad de yacimientos estudiados que en el caso de los analizados desde un punto de vista palinológico se reducen a tres, lo que introduce una mayor parcialidad en la interpretación de los resultados obtenidos.

Atendiendo al aspecto taxonómico, con excepción del primer trabajo sobre la flora macroscópica de la zona elaborado por RÉROLLE (1884-1885), en las restantes publicaciones son raras las descripciones completas del material, o son un mero listado de especies. En algunas de ellas también falta la figuración de los ejemplares, o es muy deficiente. Es decir, tanto desde el punto de vista metodológico, como desde el punto de vista taxonómico, en nuestra opinión estaba justificada la realización de un nuevo estudio integral de la flora de la depresión ceretana.

Por ello, los objetivos que nos marcamos en esta Tesis Doctoral son de diversa índole:

-Taxonómico: describir y figurar adecuadamente ejemplares pertenecientes a los diferentes géneros y especies identificadas, así como su variabilidad morfológica, teniendo en cuenta el problema de las sinonimias. Al igual que WOLFE *et al.* (1975), se trataba de relacionar cada taxón con uno moderno morfológicamente similar, que permitieran esbozar conclusiones de tipo filogenético.

Además, se pretendía establecer una relación con las floras actuales de diversas regiones biogeográficas, de la misma manera que lo hizo DEPAPE (1928) con las floras del Plioceno de Francia, Inglaterra y Países Bajos.

-Tafonómico: otra parte de nuestro trabajo radica en el estudio tafonómico de los restos con el fin de llegar a conclusiones sobre los tipos de procesos que pudieron intervenir en el sesgo de la información paleobiológica.

-Paleoecológico: orientándose este análisis, fundamentalmente en dos direcciones: la reconstrucción de las distintas comunidades vegetales que vivieron en la región, y las condiciones climáticas bajo las cuales se desarrollaron.

-Paleobiogeográfico: que ha consistido en comparar la flora hallada en los distintos afloramientos ceretanos con la que aparece en otras localidades de la Península Ibérica y, fundamentalmente, con la reconocida en el Neógeno de otras cuencas europeas.

Este trabajo suponía una carga crítica y de evaluación de los estudios que anteriormente se habían llevado a cabo en la zona.

Como resultado, el estudio paleobotánico que se ha realizado permite obtener una mejor comprensión de la composición y el desarrollo de los ecosistemas que se desarrollaron durante el Mioceno Superior en la Cerdaña. Este trabajo servirá para completar de forma importante otros estudios geológicos y biológicos que se están llevando a cabo en la actualidad en la zona.

1.2. ANTECEDENTES

Desde el punto de vista geológico se comenzó a prospectar los materiales de la región de la Cerdaña a mediados del siglo pasado, ya que interesaba la explotación de los lignitos que afloraban en la zona. Fue LYELL (1834) quien señaló por primera vez la antigua presencia de un lago en la región. Posteriormente, LEYMERIE (1869) realizó en los depósitos lacustres dos secciones estratigráficas, que supuso pliocenas, mencionando en ambas la existencia de restos vegetales que no llegó a describir.

A finales de Junio de 1880 Luis Mariano Vidal visita la Cerdaña. Este Ingeniero de Minas se interesó principalmente, como habían hecho los investigadores anteriores, por la existencia de lignitos. Así, visitó las minas de Sanavastre y Prats, y la mina de Estavar, esta última en la Cerdaña francesa (GÓMEZ-ALBA, 1992b).

La mina de Estavar tenía una producción de 1.000 a 1.500 toneladas anuales y surtía de carbón a gran parte de la Cerdaña, incluido Puigcerdá (GÓMEZ-ALBA, 1992a). En la actualidad no existe, ya que fue rellenada en la década de los años veinte al decaer su explotación y ahora está cubierta por prados y cultivos.

El primer trabajo que cita vegetales terciarios en España es el realizado por AREITIO Y LARRINAGA en 1874. Este autor enumeró dos especies de gimnospermas y diez de angiospermas procedentes de yacimientos de Murcia y Valencia. No obstante, el primer trabajo con descripciones taxonómicas y figuraciones que se realizó sobre una flora del Terciario español, fue el de RÉROLLE (1884-1885): *Études sur les végétaux fossiles de Cerdagne*. Además, este trabajo es el primero que se ocupa de los vegetales fósiles ceretanos. Este autor, con la ayuda de los paleobotánicos G. de Saporta y A. F. Marion, describió treinta y nueve especies, catorce de ellas por primera vez. Teniendo en cuenta los restos vegetales estudiados, dató por primera vez la edad de los sedimentos lacustres como messinienses.

En opinión de GÓMEZ-ALBA (1992b), tras revisar las libretas de campo de Luis Mariano Vidal, revela que este autor ya había determinado la presencia de materiales del Mioceno antes que Rérolle. Sin embargo, los resultados de sus investigaciones no fueron dados a conocer hasta un año después de la publicación del paleontólogo francés (VIDAL, 1886).

DEPÉRET & RÉROLLE (1885), continuaron el estudio paleontológico de la Cerdaña describiendo restos de mamíferos procedentes de los lignitos de Prats y Estavar, y además

realizaron una descripción geológica de la región que completaba la de los trabajos anteriores (LYELL, 1834; LEYMERIE, 1869). Estos estudios fueron continuados por ASTRE (1927), CHEVALIER (1925), DALLONI (1930) y BOISSEVAIN (1934). La lista de macrovertebrados fue posteriormente aumentada por ALMERA (1898) y ALMERA & BOFILL (1889).

RÉROLLE (1884-1885) nunca expuso la localización de los yacimientos de donde obtuvo los restos vegetales analizados en su trabajo, aunque suponemos que proceden de los alrededores de la localidad de Bellver de Cerdanya. Estos afloramientos fueron localizados por VILLALTA & CRUSAFONT (1945), que recogieron gran cantidad de material y elevaron a ochenta y una las especies descritas y citadas en la Cerdaña. Los ejemplares estudiados por estos autores están integrados hoy en día en las colecciones del Instituto Tecnológico Geominero de España y del Museo de Geología de Barcelona (colección J. F. Villalta). Los vegetales recogidos ellos fueron utilizados en la memoria explicativa de la hoja de Bellver (escala 1:50.000, hoja nº 216) realizada por SOLÉ SABARÍS & LLOPIS LLADÓ (1947).

Posteriormente, la doctora J. Menéndez Amor se hizo cargo del estudio de los restos vegetales del Mioceno ceretano publicando cuatro trabajos (MENÉNDEZ AMOR, 1948, 1950, 1955, 1958), cuyo objetivo fue su Tesis Doctoral, que se publicó en 1955 con el título: *La depresión ceretana española y sus vegetales fósiles. Característica fitopaleontológica del Neógeno de la Cerdaña española*. Parte del material estudiado por esta autora fue recogido y figurado por CARAZO & VILORIA (1946), encontrándose todo él formando parte de las colecciones del Museo Nacional de Ciencias Naturales.

Como resultado de sus investigaciones, la mencionada autora elevó el número de taxones descritos a ciento sesenta y cinco. Describió dos especies nuevas, una incluida en las algas carofíceas y otra en las angiospermas.

El primer estudio palinológico de los lignitos de las minas de Sampsor y Estavar fue llevado a cabo por JELSGERMA (1957), que citó 31 taxones, y expone que los resultados por él obtenidos coincidían con las investigaciones realizadas sobre faunas de mamíferos, las cuales atribuían los materiales de Estavar al Vindoboniense y los de Sampsor al Pontiense. Este autor lamentó no haber podido tener acceso a un mayor número de muestras de Estavar por haberse suspendido la extracción de lignitos de su mina. Mucho más adelante, SOLE DE PORTA & DE PORTA (1984) volvieron a analizar de nuevo el trabajo de JELSGERMA (1957), sin profundizar más en el tema.

Debemos mencionar también la existencia de dos trabajos sobre el contenido diatomológico de los sedimentos lacustres ceretanos (RODRÍGUEZ MELLADO & MENÉNDEZ AMOR, 1948; MARGALEF, 1957) y de uno sobre los sedimentos miocenos del NE de la zona (SUÑER, 1954).

VILLALTA (1957, 1962) realizó investigaciones sobre la paleoentomofauna de los afloramientos de la zona, y posteriormente los estudios sobre la región de la Cerdaña se paralizaron, y no se reanudaron hasta finales de la década de los setenta.

Durante estos años hay que destacar las investigaciones geológicas llevadas a cabo por GOURINARD (1977), BECH *et al.* (1981), JULIÀ (1984), POUS *et al.* (1986), ROCA (1986), AGUSTÍ & ROCA (1987), DE LAS HERAS *et al.* (1987), CABRERA *et al.* (1988), ANADÓN *et al.* (1989), que abordaron aspectos estratigráficos, sedimentológicos, mineralógicos y tectónicos, y completaron el estudio geológico de la cuenca que se había iniciado el siglo pasado.

También, se realizaron avances en el conocimiento del contenido paleontológico de los sedimentos lacustres del Mioceno de la Cerdaña. Los trabajos de GOLPE-POSSE (1979, 1981), ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE (1981) y AGUSTÍ & ROCA (1987) sobre restos de mamíferos que dieron como resultado la datación de la cuenca como Vallesiense/Turolense. El conocimiento paleontológico fue ampliado gracias a los estudios de : NEL (1990, 1991, 1993), ARILLO & BREMOND (1992a, 1992b), ARILLO *et al.* (1992), NEL & PAICHELER (1993) y NEL *et al.* (1994).

Los restos macroscópicos vegetales fueron revisados por ÁLVAREZ RAMIS & SANZ PECIÑA (1979), ÁLVAREZ RAMIS *et al.* (1979), SANZ DE SIRIA (1980a), ÁLVAREZ RAMIS (1981), ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE (1981), ÁLVAREZ RAMIS (1983) y SANZ DE SIRIA (1985). Estos autores trataron de completar el estudio paleobotánico de la zona, obteniendo conclusiones de tipo paleoecológico y paleoclimatológico.

ÁLVAREZ RAMIS (1981) redujo el número de especies fósiles vegetales de ciento sesenta y cinco a ciento dieciocho, aunque citó treinta y cinco por primera vez en la zona. Además, esta misma autora en un trabajo posterior (ÁLVAREZ RAMIS, 1983), realizó un análisis porcentual de los grupos taxonómicos (criptógamas, gimnospermas y angiospermas) y de morfologías (superficie de restos foliares y tipo de margen de estos), y, como conclusión, hizo una reconstrucción del paleoambiente de la región.

Los trabajos palinológicos fueron retomados por BESSEDIK (1985) en su Tesis

Doctoral, quien estudió tres niveles de la mina de Sampsor y cinco de la de Sanavastre, reconociendo noventa y ocho taxones. El objetivo de este trabajo fue ampliar la información paleoecológica del Mioceno del NO del Mediterráneo. Este autor data los materiales de las dos minas de lignito como tortonienses.

Un último trabajo palinológico ha sido realizado desde un punto de vista bioestratigráfico por BALTUILLE *et al.* (1992). Estos autores compararon el contenido palinológico de tres muestras de la cuenca de la Cerdaña con el de varias cuencas neógenas de Turquía. Concluyeron que una de ellas debería relacionarse con la asociación Akça (Plioceno) y las otras dos con la asociación Kizilhisar (Tortoniense-Messiniense).

Últimamente se ha llevado a cabo la revisión de dos géneros representados por restos macroscópicos: *Fraxinus* L., *Acer* L. y *Fagus* L. (BARRÓN, 1992a, 1992b; BARRÓN & DIÉGUEZ, 1994). Asimismo se han realizado dos trabajos acerca de los procesos tafonómicos que pudieron sufrir los macrorrestos vegetales que se conservan en los sedimentos lacustres (BARRÓN, 1993; MARTÍN CLOSAS, 1995) y otro sobre inducción de agallas por parte de artrópodos sobre hojas (DIÉGUEZ *et al.*, in press.).

1.3. METODOLOGÍA

Para la consecución de los objetivos propuestos se ha desarrollado una metodología que incluye campañas de campo y trabajos de laboratorio y de gabinete, y se han aplicado las técnicas que se han considerado idóneas a cada tipo de ejemplar.

Campañas de campo

Desde el año 1989 hasta 1994 se han organizado un conjunto de campañas de muestreo en la Cerdaña. Después de un minucioso reconocimiento, se seleccionaron para su estudio paleontológico dieciseis afloramientos y dos minas de lignitos a cielo abierto, que fueron seleccionados en función de su riqueza y biodiversidad, así como de los trabajos previos de otros autores como VILLALTA & CRUSAFONT (1945), MENÉNDEZ AMOR (1955) y BESSEDIK (1985), ya mencionados en el capítulo de antecedentes.

Para la perfecta localización de los afloramientos hemos utilizado la hoja nº 35-10 (216) de Bellver de Cerdaña del Servicio Geográfico del Ejército; el mapa de la Cerdaña, publicado por la Editorial Alpina; y la hoja nº 216 del Mapa Geológico de España, realizada

en 1947. Todos los mapas utilizados son a una escala de 1:50.000.

La tarea de campo se desarrolló en tres etapas:

- Levantamiento de columnas estratigráficas capa a capa.
- Recogida de sedimentos para la obtención de microrrestos: se llevó a cabo un cuidadoso control estratigráfico, en especial en las minas de lignito. En algunos afloramientos, como los de Coll de Saig, Torrente de Vilella y Barranco de Salanca, dado su interés paleontológico, se tomaron varias muestras sucesivas, teniendo en consideración niveles de oxidación rojizos.

Se recogió alrededor de medio kilogramo de sedimento por nivel, eliminando la capa superficial (unos 25 cm) para evitar contaminaciones. Este material se introdujo dentro de una bolsa de plástico estanca y estéril, la cual se había siglado anteriormente con la clave del afloramiento y el número de cada nivel. La bolsa con la muestra, a su vez, se introdujo en otra bolsa de idénticas características, para evitar la pérdida y contaminación del material por si se producía una rotura del plástico de la primera bolsa.

- Colecta de macrorrestos: se realizó una explotación intensiva de cada afloramiento, siguiendo un muestreo al azar. En esta etapa no tuvimos la necesidad de tener un estricto control estratigráfico, ya que los fósiles aparecen en una capa uniforme de gran potencia (Nivel B de la columna sintética descrita por ANADÓN *et al.*, 1989).

Los materiales que forman los yacimientos donde hemos encontrado nuestros ejemplares, se muestrearon con relativa facilidad debido a su escasa dureza y, los instrumentos usados y las técnicas de extracción seguidas para tal efecto fueron las indicadas por DORF (1965) y DIÉGUEZ (1994).

La Cerdaña es una región donde las lluvias y tormentas son frecuentes en la época estival, y que durante el invierno puede estar cubierta, durante algunos meses, bajo una capa de nieve: es decir, siempre hay un alto nivel de humedad edáfica. Los sedimentos estudiados presentan una alta capacidad de hidratación, lo que nos ha impedido extraer material de algunos de ellos, como los de riu de Santa María, por corresponder a un material muy empapado que contiene ejemplares muy deteriorados e imposibles de estudiar.

Con el fin de no destruir los ejemplares durante el muestreo, hemos envuelto nuestros especímenes en papel tras su extracción. Éste se empapa con parte de la humedad de la roca, y además, le previene de golpes y erosiones durante el transporte. Antes de envolverlo, como estaba incluido en una roca muy blanda, fácil de trabajar, se grabó sobre ella una sigla que

lleva la identificación del yacimiento y el número de muestra, para su posterior identificación.

Técnicas de laboratorio

Microrrestos

Para el tratamiento de los sedimentos y la obtención de los palinomorfos que contienen, hemos seguido el método propuesto por PHIPPS & PLAYFORD (1984) con algunas modificaciones que, a nuestro modo de ver, han mejorado este sistema de extracción. El trabajo de laboratorio se desarrolló siguiendo los siguientes apartados:

a) Lavado de la muestra: para eliminar la contaminación, se colocó la muestra en un recipiente, cubriéndose con agua hirviendo. Posteriormente se decantó, repitiéndose el proceso con agua fría hasta que el sobrenadante quedó claro. Finalmente se dejó secar utilizando papel absorbente.

Durante esta etapa nos encontramos con dos problemas:

-la mayor parte del material procesado fueron arcillas muy finas que se disgregaban totalmente transformándose en barro que era posteriormente difícil de manejar.

-el proceso de secado entre papel secante, amén de hacernos perder material, nos producía contaminaciones con palinomorfos actuales.

Por estas dos razones, este paso finalmente no ha sido seguido en este trabajo.

b) Disgregación: las cantidades utilizadas son:

- 5-10 gr para sedimentos de pizarras carbonatadas y carbones.
- 25-30 gr para sedimentos de pizarras calcáreas o silíceas, limos arcillosos o arenas arcillosas.
- 35-50 gr para arenas y limos.

Se colocó la muestra en un almirez bien limpio y se machacó hasta que quedó reducida a polvo.

c) Tratamiento pre-HF: a partir de aquí debimos trabajar con bata y guantes bajo campana extractora de gases, que en nuestro caso ha sido de la marca BURDINOLA TELEMECANIQUE.

Se colocó la muestra en un recipiente ancho, añadiéndose una pequeña cantidad de HCl al 35%; cuando la reacción era débil esperamos hasta que terminó la acción del ácido,

añadiendo más HCl hasta que el material dejó de reaccionar.

Cuando la reacción era fuerte, se formó gran cantidad de espuma y gases, aumentando la temperatura de la muestra y se fue removiendo con una varilla para tratar que toda ella reaccionara con el ácido. Según fue disminuyendo la emisión de gases y humos, del mismo modo que en el caso anterior, agregamos pequeños volúmenes de HCl hasta que la muestra no experimentó reacción.

Cuando terminó la reacción con el HCl, la muestra se colocó en una placa calentadora hasta que alcanzó unos 50°C, que es cuando el ácido llega al grado de ebullición. Al producirse los primeros burbujes, añadimos un poco de agua destilada, retirándola de la placa calentadora y dejándola enfriar durante una hora. Posteriormente la introducimos en un tubo de vidrio, centrifugándola durante 5 minutos a 2.000 r.p.m. La centrifugadora utilizada fue una MEDITRONIC P SELECTA n° 246551.

Al final de este proceso, decantamos el HCl sobrenadante, repitiéndose la centrifugación tres veces añadiendo agua destilada y removiendo la muestra. Finalmente se obtuvo el sedimento lavado y libre de HCl.

d) Eliminación de silicatos: se trasladó la muestra, bajo la campana de gases y con cuidado para que no hubiera contaminaciones, a un recipiente de teflón, y allí se le añadió HF al 48%. En los sedimentos de la Cerdaña, la reacción no fue tan violenta como la del HCl, provocándose únicamente un calentamiento con emisión de gases, que en este caso fueron altamente corrosivos, por lo que debimos actuar con muchas precauciones.

Para acelerar la reacción utilizamos el método en caliente, es decir, cuando cesó la reacción en frío, la muestra se calentó en una placa calentadora hasta que alcanzó el grado de ebullición. A partir de este momento, se agitó continuamente sin permitir que llegara a secarse, durante media hora. Cuando observábamos que se evaporaba todo el ácido añadíamos un poco más. Trascurrido este tiempo, se retiraba de la placa calentadora y se le añadía un pequeño volumen de agua destilada caliente, para atenuar la reacción.

Cuando la muestra se enfriaba, se trasladaba a un tubo de teflón, centrifugándose durante 5 minutos a 2.000 r.p.m. Posteriormente se decantaba el ácido, lavándose tres veces con agua destilada como en el apartado anterior.

e) Eliminación de fluoruros: estas sustancias se forman usualmente tras el tratamiento con el HF, y para su eliminación se cubrió el sedimento limpio resultante de la reacción anterior con HCl al 35%. Se removió con una varilla y se colocó al baño maría durante treinta

minutos en una placa calentadora bajo la campana de gases.

Finalizado este tiempo, se eliminó el HCl centrifugando de la forma ya explicada, y, posteriormente, se lavó la muestra tres veces con agua destilada.

f) Tratamiento de las arcillas: la mayoría de los sedimentos procesados fueron arcillas que presentaban en algunas ocasiones un alto grado de cohesión, por lo que tras el tratamiento con ácidos era muy difícil concentrar los palinomorfos que contenían. Por esta razón se utilizó un detergente, que en este caso fue una disolución de $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$, según lo sugerido por BATES *et al.* (1978). La proporción utilizada fue de 10 gr por 500 ml de agua destilada. Como resultado desflocularon las arcillas que posteriormente se eliminaron con facilidad durante el proceso de concentración.

Se añadió en los tubos de centrífuga el detergente, removiéndose y mezclándose bien con la muestra, posteriormente se eliminó centrifugando de la misma manera que con los ácidos. Se lavó tres veces con agua destilada.

g) Concentración: se pasó la muestra por una serie de tamices con diferentes luces de malla, en el siguiente orden: 500 μm - 200 μm - 75 μm - 12 μm . Se recogió el sedimento retenido en los dos últimos, introduciéndose en un tubo de centrífuga y cubriéndolo con agua destilada. Se centrifugó una única vez durante 5 minutos a 2.000 r.p.m.

En este proceso se utilizaron tamices en lugar de líquidos densos o licor de Thoulet, como sugirieron GUILLET & PLANCHAIS (1969), GOEURY & BEAULIEU (1979) y PHIPPS & PLAYFORD (1984), ya que con ellos no se conseguían eliminar las partículas, tanto orgánicas como inorgánicas, que tienen la misma densidad que los palinomorfos. Por otra parte, las preparaciones finales quedaron mucho más claras ya que siempre, tras el tratamiento con líquidos, había un pequeño volumen que no se eliminaba totalmente y enturbiaba ligeramente las preparaciones.

h) Montaje: se tomó, del sobrenadante del residuo concentrado en el tubo de centrífuga, un volumen de 25 μl con ayuda de una micropipeta NICHIRYO 5000F. Este volumen se montó al calor sobre un portaobjetos con glicerogelatina. Las preparaciones se sellaron con parafina y se etiquetaron haciendo mención del afloramiento, nivel y fecha de montaje.

i) Tratamiento de lignitos: en éste caso seguimos el mismo proceso descrito, pero después del tratamiento con los ácidos, las muestras se colocaron bajo campana de gases en un recipiente con una disolución de KOH al 10% y BO_3Na . Se removieron y pusieron al calor

hasta la ebullición. Se dejaron hervir durante 5 minutos, y después se retiraron del fuego.

Para eliminar la solución de sosa se centrifugaron las muestras durante 5 minutos a 2.000 r.p.m., lavándose posteriormente 3 veces con agua destilada.

Tras este proceso realizamos un test. Si hallábamos palinomorfos, las centrifugábamos, concentrábamos el resultante con tamices y montábamos las preparaciones. Si no se observaban granos de polen, agregábamos en los tubos de centrífuga una pequeña cantidad de ClNa y, posteriormente, cubríamos el sedimento con NO_3H al 40%, agitando con cuidado durante 5 minutos. Pasado este tiempo, eliminábamos el ácido por centrifugación (5 minutos a 2.000 r.p.m.), lavábamos tres veces las muestras con agua destilada, terminando el trabajo de laboratorio con los procesos de concentración y montaje ya explicados.

j) Se han montado un conjunto de preparaciones para realizar observaciones de palinomorfos con microscopía electrónica de barrido.

En primer lugar se colocó una gota del levigado que obtuvimos tras la concentración (g) en un porta de metal estéril, dejándose secar posteriormente en un lugar estanco en donde no hubiera problemas de contaminación ambiental. A continuación, la muestra se metalizó, introduciéndola en un "sputter" de la marca BIO-RAD SC 515, con una capa de oro de 15 nanómetros. Tras este proceso la muestra ya está preparada para su estudio.

Macrorrestos

Se ha aplicado el método de Nathorst propuesto por BATHER (1908) y HAMSHAW (1912), para la realización de una serie de preparaciones microscópicas de cutículas foliares fósiles. En el proceso se llevan a cabo los siguientes pasos:

a) Obtención e hidratación: a los especímenes preservados en forma de compresión con la cutícula conservada, les fueron arrancadas pequeñas fracciones con la ayuda de pinzas y agujas enmangadas bajo lupa binocular. Cuando los restos cuticulares eran fragmentarios, en lugar de este instrumental se utilizó un pincel. Las porciones obtenidas fueron transportadas a un vidrio de reloj que, posteriormente, se situó durante unas horas en una placa de Petri rotulada con una sigla que identificaba el resto cuticular en estudio. Previamente, en la placa de Petri, se había recortado un papel de filtro del mismo diámetro que se empapó con agua destilada con el objetivo de hidratar los restos cuticulares.

b) Eliminación de partículas silíceas: tras su hidratación, los restos cuticulares fueron trasladados con ayuda de un pincel a un recipiente de teflón en donde se había vertido una

pequeña cantidad de HF. Normalmente, este proceso se prolongaba durante unas 12 horas. A continuación, se eliminó el HF y se lavó el fragmento cuticular con agua destilada.

c) Eliminación de las partículas carbonáticas y de sustancias húmicas (método de Schulze): con ayuda de un pincel se volvió a introducir el resto de cutícula en una placa de Petri rotulada, en donde se había vertido una solución de ClO_3K y NO_3H , este último con una concentración del 40%. La placa de Petri se cubrió, dejándose reposar algún tiempo. Este proceso se alargaba normalmente de dos a tres horas, pero dependiendo de la estructura del resto podía prolongarse durante varios días. En nuestro caso con dos horas fue suficiente. Tras el tratamiento con ácido nítrico, los fragmentos de cutícula se volvieron de color marrón claro por la destrucción de sustancias húmicas. Cuando los restos cuticulares se hallaron expuestos durante un tiempo mayor, estos se quemaron y cuartearon como se observa en la Lám. XXVIII, fig. 10.

d) Aclarado de la muestra: se retiró el ácido con pipeta Pasteur y se lavó la muestra varias veces con agua destilada hasta asegurarnos de la desaparición del ácido. Se retiró el agua, añadiéndose amoníaco. Esta sustancia en un primer momento provocó un oscurecimiento del resto, por lo que las cutículas tomaron un color marrón pálido, aunque poco tiempo después las aclaró por completo volviéndolas amarillentas o casi transparentes. Cuando los restos cuticulares se aclararon se decantó el amoníaco y, posteriormente, se lavó con agua destilada.

e) Montaje: se realizó en glicerina sobre un portaobjetos. Las preparaciones se sellaron con laca de uñas. Finalmente se etiquetaron haciendo referencia al yacimiento, nivel y fecha de montaje.

Trabajo de gabinete

La fase de gabinete ha consistido, por un lado, en la revisión de la bibliografía paleobotánica del Neógeno de Europa, así como de la existente sobre la Geología de la depresión ceretana; y por otro, en una labor descriptiva e interpretativa de los datos obtenidos.

Para facilitar el estudio sistemático, se procedió a elaborar un fichero de especies agrupadas por géneros y familias con el fin de reunir toda la información existente sobre cada una de ellas. Por otra parte, según se tratara de palinomorfos o macrorrestos, hemos utilizado diferentes técnicas. Dichas técnicas son las siguientes:

a) Palinomorfos: para el estudio y conteaje de este tipo de fósiles se utilizó un microscopio LEITZ LABORLUX D, con una cámara fotográfica incorporada WILD PHOTOAUTOMAC MPS 45.

Para que la muestra fuera estadísticamente representativa se consideró como número mínimo de granos de polen a contar por cada muestra procesada un conjunto entre 500-1.000, como indican JONKER (1951) y GREEN & DOLMAN (1988). En nuestro estudio no hemos considerado significativas las preparaciones con un número inferior a 500 palinomorfos. Cuando las muestras poseían el número indicado de palinomorfos, se montaron cuatro portas, y se barrió toda su superficie contándose la totalidad de los granos que pudieran contener.

Según STAFLEU (1967), en el Congreso de Palinología celebrado en Bremma en Julio de 1950, palinólogos entre los que se encontraban Faegri, Selling, Erdtman, Potonié y Schopf llegaron a un acuerdo según el cual las esporas y granos de polen fósiles o subfósiles deberían considerarse como géneros o especies forma. Además se redactó una instrucción explícita: "si los granos de polen o las esporas presentaran caracteres restringidos a una especie de la flora moderna, la identificación debería ser hecha con el género o especie modernos". Sin embargo, como explica COLLINSON (1986), algunos autores piensan que la nomenclatura referida a elementos fósiles no puede ser utilizada, al intervenir el factor tiempo. Por esta razón, los investigadores de Alemania y del Este de Europa utilizan una terminología parataxónica.

En esta Tesis Doctoral hemos considerado la instrucción explícita a la que hace referencia STAFLEU (1967). Sin embargo, para concretar su rango bioestratigráfico, en los casos en los que ha sido posible también se han identificado de una forma parataxónica.

Los palinomorfos se han determinado fundamentalmente a nivel generico. Este tipo de determinación es el que se lleva a cabo en la Unidad de Paleontología del Departamento de Geología de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca y en l'Institut des Sciences de l'Evolution de la Universidad de Montpellier (Francia). La razón de llegar hasta este nivel taxonómico es porque, por una parte, la mayoría de los palinomorfos determinados pueden ser relacionados con géneros actuales y, por otra, como explica SUC (1987), no se pueden identificar especies dada la gran variabilidad de la morfología polínica y la posible existencia de especies extintas.

En caso de taxones estenopalinos, es decir, que pudieran relacionarse con varios géneros de una familia, se nominarán con el nombre de los géneros en cuestión, por ejemplo *Ulmus-Zelkova*, o a nivel de familia. A veces dos familias presentan granos de polen idénticos

por lo que se citan juntas de la siguiente manera: *Amaranthaceae-Chenopodiaceae*, *Clethraceae-Cyrillaceae*, *Sparganiaceae-Typhaceae*, etc.

Para la adecuada determinación y descripción de los ejemplares, además de la bibliografía, se han consultado las palinotecas de polen actual acetolizado del Departamento de Biología Vegetal I de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Complutense de Madrid, la del área de Paleontología del Departamento de Geología de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca, del Departamanto de Botánica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Madrid, así como nuestra propia palinoteca de polen actual.

Tras la contabilización y determinación de los palinomorfos se han realizado tablas de porcentajes de cada uno de los taxones, confeccionándose diagramas polínicos. Para la realización de estos diagramas se han utilizado los programas TILIA y TILIA GRAPH en sus versiones 1,07 y 1,16, respectivamente.

Los diagramas polínicos comprenden los taxones determinados agrupados como AP y NAP, los varia y las esporas, que se han calculado aparte del número total de granos de polen.

Para el estudio estadístico de correlación y el cálculo de los índices de diversidad de Simpson y Shannon se ha utilizado el programa MVSP PLUS versión 2.1.

Finalmente se han realizado preparaciones para microscopio electrónico de barrido PHILIPS XL20.

b) Macrorrestos: para el estudio de este tipo de fósiles se ha utilizado una lupa binocular WILD M8 con una cámara clara acoplada.

Las medidas efectuadas sobre estos ejemplares fueron realizadas con un calibre digital MITUTOYO 500-111 CD-205. Estas dimensiones han sido: longitud, anchura máxima, distancia de la zona de máxima anchura a la base del resto foliar o pedúnculo y longitud del peciolo o pedúnculo. En el caso de frutos alados se han medido los índices propuestos por WOLFE & TANAI (1987) y CALL & DILCHER (1992).

Como veremos más adelante, entre los restos foliares descritos hemos hallado un conjunto morfológicamente idéntico al que presentan algunos taxones actuales. Sin embargo, como explica COLLINSON (1986), si usáramos el binomio de la especie actual al determinar estos restos supondríamos aspectos adicionales de información taxonómica que no nos

proporciona el fósil. Además, es posible que un tipo de órgano pueda haberse presentado de forma idéntica en especies diferentes sin que podamos apreciarlo en el registro fósil. Por estas dos razones, las especies se han descrito siempre de una forma parataxónica.

A diferencia de las especies, siempre que ha sido posible se ha empleado la nomenclatura genérica actual. En caso de duda, se han utilizado géneros forma como *Laurophyllum* Goepp., u otros géneros parataxónicos como *Daphnogene* Ung. emend Kvaček & Knobloch, cuando además de la información morfológica poseíamos datos acerca de su anatomía.

Por otra parte, en lugar de describir nuevos géneros o especies de una forma inconcreta a partir de un número exíguo de morfologías, se ha considerado a estos ejemplares dentro de un rango taxonómico más amplio como la familia o el orden, o de una forma más inconcreta como: Fabales de tipo 1.

Como indica MEYEN (1987), si se halla un conjunto de macrorrestos vegetales entre los cuales hay un tipo particular de hoja, fructificaciones masculinas o femeninas sin conexión orgánica que se puedan relacionar taxonómicamente de una forma estrecha, no existiendo ningún otro taxón de este mismo tipo, se podría postular que estos diferentes restos pertenecieron a la misma especie. Así, hemos agrupado, por ejemplo, dentro de la misma especie restos foliares y brácteas de *Tilia* L., restos foliares y amentos masculinos y femeninos de *Alnus* Mill. y restos foliares y frutos alados de *Betula* L.

La conservación de los restos macroscópicos colectados en la Cerdaña por nosotros es la que se sigue actualmente en la colección de Paleobotánica del Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC (MONTERO & DIÉGUEZ, 1991; DIÉGUEZ, 1994).

En último lugar se revisaron y estudiaron los ejemplares ceretanos de las colecciones J. Menéndez Amor, que se encuentran en el Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC (MNCNV); J. F. Villalta, sita en el Museu de Geologia de Barcelona (MGBV); J. Gómez-Alba, ubicada en el mismo centro que la anterior (MGBG-A); Museo del Instituto Tecnológico Geominero de España (MGM); Museu del Seminari de Barcelona (MGSB); Departament de Geologia de la Universitat de Bellà Terra, Barcelona (UBT); y las colecciones particulares de los señores Evaristo Aguilar (CA), Mañé Vila (CMV), Lladó Fuster (CLLF), Manel Llenás (CML) y Josep Querol (CJQ).

Las fotografías de los macrorrestos se han efectuado con una cámara NIKON EL F601M y una película T-MAX 100.

Esta Tesis Doctoral se ha mecanografiado en un ordenador COMPAQ PROLINEA 4/33, mediante el programa para el procesado de textos WORD PERFECT 5.1., imprimiéndose en una impresora HEWLETT PACKARD LASERJET 4.

Algunos de los gráficos aquí presentados se han realizado con el programa HARVARD GRAPHICS versión 3.0.

Los dibujos de las columnas estratigráficas se han llevado a cabo gracias al programa informático ROCKWARE.

Para terminar, siempre que nos hemos encontrado con un término botánico, a nuestro parecer dudoso, se ha utilizado el *Diccionario de Botánica* de P. FONT QUER (1982) y el *Botanical latin* (STEARN, 1983). Del mismo modo, para resolver problemas taxonómicos, se ha consultado el *Código Internacional de Nomenclatura Botánica*, adoptado por el undécimo Congreso Internacional de Botánica (STAFLEU, 1969).

2. SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y CONTEXTO GEOLÓGICO

2.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA

La zona de estudio es una fosa intramontana con dirección ENE-WSW, que se sitúa en la parte oriental de la Zona Axial pirenaica. Los límites del área coinciden en gran parte con los de la comarca de la Cerdaña, compartida entre el Estado español y el francés, a consecuencia del Tratado de los Pirineos (1659).

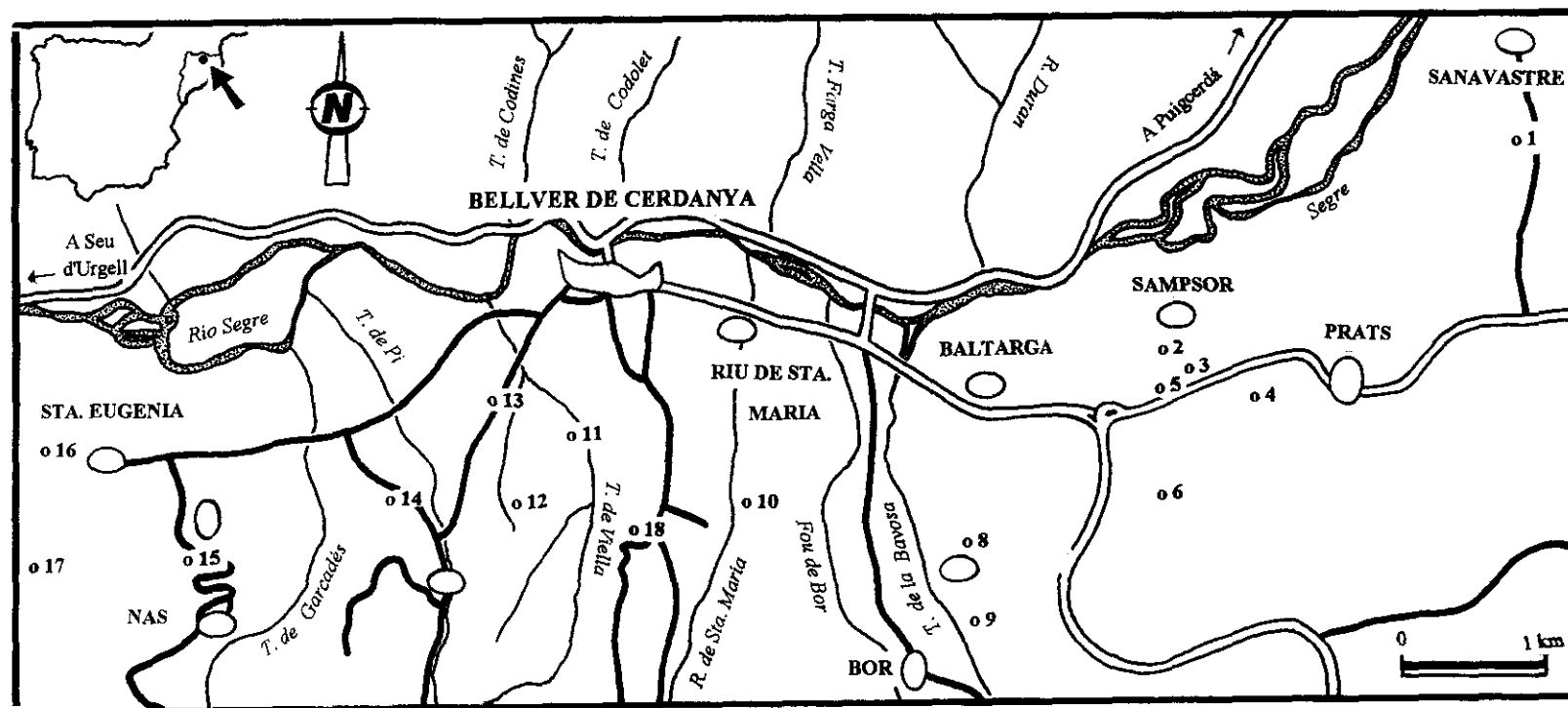
Aunque se han recogido datos de tipo geológico y paleontológico de toda la comarca, en este estudio nos hemos centrado en la parte de la Cerdaña española, que se encuentra administrativamente repartida entre las provincias de Lérida y Gerona.

La depresión ceretana, situada a una altitud de 1.000-1.300 m, se localiza en la parte alta de la cuenca hidrográfica del Segre y está limitada por un conjunto de colinas y altas cumbres que alcanzan, e incluso sobrepasan, los 2.500 m, debiéndose destacar: Puig Pedrós (2.911 m), al N-NE; el Macizo de Carlit (2.921 m), al NE; el Puigmal (2.910 m), al E; la Tosa d'Alp (2.531 m), al SE; la Sierra de Moixeró (2.260 m), al S; y la Sierra del Cadí (2.647 m), al S-SO.

Actualmente, la cuenca de la Cerdaña constituye una llanura alargada de 25-30 km de longitud, por 5-7 km de anchura (CABRERA *et al.*, 1988), cruzada en su parte N por el río Segre (Fig. 1). Presenta una clara asimetría entre los márgenes del S y SE, y el margen N. Los márgenes S y SE son agudos, estando caracterizados por fallas subverticales E-W y NE-SW, que separan la cuenca neógena de las rocas del basamento hercínico. El margen N de la cuenca es irregular y en él se presenta una disconformidad bien conocida entre los materiales neógenos y el basamento, en una larga área que está controlada por fallas E-W (CABRERA *et al.*, 1988).

JULIÁ (1984) dentro de la cuenca diferenció dos cubetas: la de Bellver, con una importante etapa lacustre profunda, y la de Sanavastre, con una fuerte influencia fluvial. Estas dos cubetas se encuentran comunicadas por el desfiladero de Isobol. Los materiales depositados en esta cuenca corresponden fundamentalmente al Neógeno y están constituidos por sedimentos detríticos, con algunos niveles de lignitos que han sido objeto de explotación desde finales del siglo pasado. Estos materiales se encuentran recubiertos parcialmente por importantes depósitos cuaternarios (ROCA, 1986).

Al SO la cuenca se cierra entre Prullans y Martinet. El Segre entra en una serie de desfiladeros desembocando, más adelante, en la cuenca de la Seo de Urgel (ASTRE, 1927).



- | | | |
|------------------------|----------------------------|--|
| 1 Mina de Sanavastre | 7 Camino de Baltarga a Bor | 13 Carretera de Bellver de Cerdanya a Pi |
| 2 Mina de Sampsor | 8 Beders | 14 Gravera de Pi |
| 3 Vertedero de Sampsor | 9 Torrente de la Bavosa | 15 Oliá |
| 4 Prats | 10 Riu de Sta. Maria | 16 Sta. Eugenia |
| 5 Coll de Saig | 11 Torrente de Vilella | 17 Camino al serrat de Nas |
| 6 San Salvador | 12 Barranco de Salanca | 18 Can Vilella |

Fig. 1 - Situación geográfica de los afloramientos estudiados en este trabajo.

2.2. CONTEXTO GEOLÓGICO

Introducción

Durante el Neógeno, en el Pirineo oriental se desarrolló un conjunto de fosas tectónicas asociadas a fallas con orientación NE-SW y E-W (AGUSTÍ & ROCA, 1987).

Según JULIÁ (1984), la Cerdaña constituye la terminación occidental de la falla de la Tet, que presenta una dirección NE-SW hasta la proximidad de la localidad de Riu, mientras que en su tramo más occidental, desde Riu hasta Montellà, está afectado por una falla, posiblemente la continuación NE de la falla del Segre, de dirección E-W.

La falla de la Tet es un complejo sistema de fallas con una historia estructural complicada que presenta asociadas a las fosas neógenas de la Seo de Urgel, la Cerdaña y Conflent. Dichas fosas se originaron durante el Mioceno, como resultado del movimiento dextrógiro de la falla de la Tet (ROCA, 1986; CABRERA et al., 1988).

Según POUS et al. (1986), la Cerdaña se habría formado como consecuencia de un movimiento transtensional a lo largo de las fallas NE-SW. La situación del campo de esfuerzos habría favorecido el movimiento sinistral de las fallas E-W.

El margen N de la cuenca está formado por materiales paleozoicos (pizarras cambro-ordovícicas) y granitoides hercínicos. El margen Sur presenta facies carboníferas y calizas devónicas, mesozoicas y paleógenas, destacando las de la Sierra del Cadí (Fig. 2). El basamento de la cuenca está formado por rocas paleozoicas.

El relleno sedimentario de la fosa está constituido por potentes sucesiones detríticas, incluidas en dos grandes unidades estratigráficas (ROCA, 1986):

- La Unidad Neógena Inferior (Vallesiense medio-superior) formada por la interacción de procesos aluviales y lacustres.
- La Unidad Neógena Superior (post-Vallesiense), constituida exclusivamente por depósitos aluviales.

Estas unidades reflejan episodios tectónicos diferentes y sucesivos; así, la deposición de la Unidad Neógena Inferior vino condicionada por el movimiento dextrógiro de la falla de la Tet, que originó la fosa, mientras que la Superior registra la evolución final de la fosa bajo una situación extensiva generalizada. En ese momento tuvo lugar un basculamiento de unos 15-20° de la fosa hacia el S (zona occidental) o SE (zona oriental) como resultado de un importante movimiento vertical de las fallas más meridionales (ROCA, 1986; ROCA &

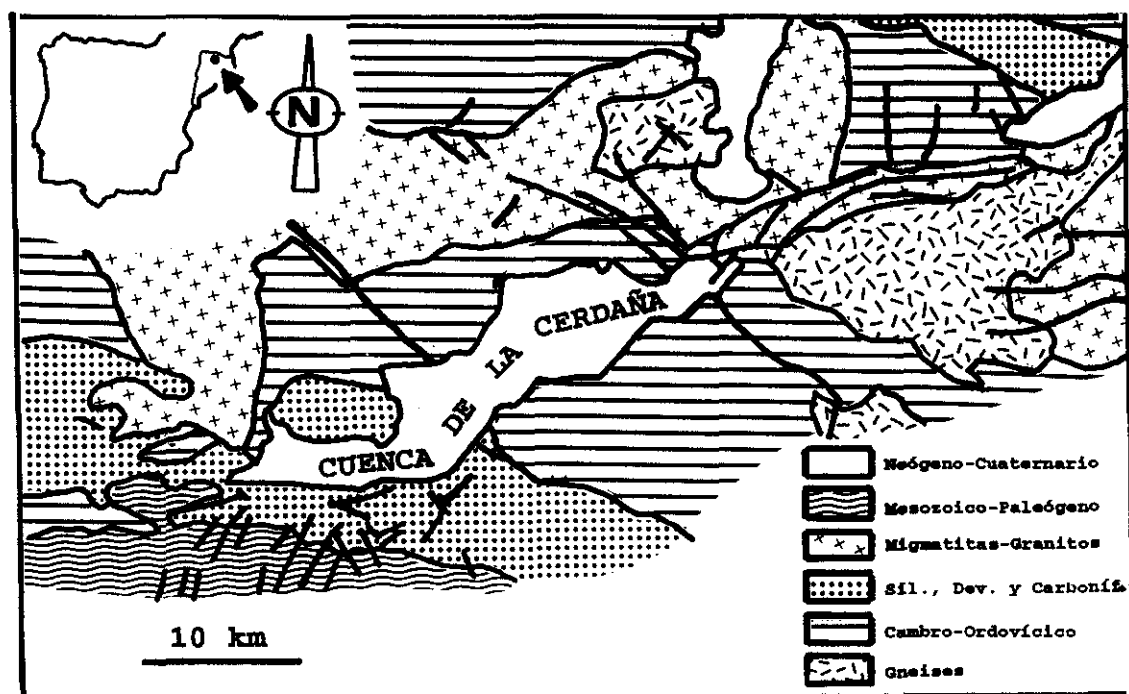


Fig. 2. La Cerdaña en el contexto geológico de los Pirineos Orientales según ROCA (1986).

La relación geométrica entre ambas unidades presenta características variables, dependiendo del desarrollo de las diversas estructuras tectónicas (principalmente pliegues NW-SE, originados por el movimiento dextrógiro de la falla de la Tet), que afectan únicamente a la Unidad Neógena Inferior. Así, el contacto entre ambas unidades puede ser discordante (zonas en las que la Unidad Inferior está plegada) o concordante - paraconforme? - (áreas no plegadas) (AGUSTÍ & ROCA, 1987).

La edad atribuida a los depósitos neógenos permiten situar la formación de la fosa en el Mioceno, concretamente en el Mioceno Superior (JULIÁ, 1984).

Posteriormente, durante el Cuaternario, la fosa de la Cerdaña registró diversas pulsaciones glaciares reflejadas por la deposición de extensos depósitos de carácter glaciar,

fluvio-glaciar (PANZER, 1932), y fluvial (terrazas) (GOURINARD, 1971), que se disponen discordantes, tanto sobre el zócalo paleozoico como sobre el relleno neógeno de la fosa.

Características estratigráficas:

a) Unidad Neógena Inferior.

Los materiales de esta Unidad presentan una potencia variable, entre 300 y 700 m, y constituyen casi la totalidad de los depósitos neógenos que afloran actualmente en la fosa de la Cerdaña (a excepción del área entre Montellá y Prats, donde aparecen materiales de la Unidad Neógena Superior) (ROCA, 1986).

La sedimentación de esta Unidad, de carácter detrítico, es el resultado de la interacción de procesos aluviales, deltaicos y lacustres. Los depósitos aluviales se localizan en los márgenes de la cuenca, preferentemente asociados a las zonas afectadas por fracturas E-W; los deltaicos y lacustres se encuentran en las áreas centrales y meridionales de la fosa de la Cerdaña (ROCA, 1986).

Según ROCA (1986) y AGUSTÍ & ROCA (1987), a partir de las características litológicas y fosilíferas, dentro de la Unidad Inferior pueden distinguirse dos tipos de asociaciones de facies, que corresponden a diferentes ambientes de sedimentación:

a) Asociaciones de sucesiones terrígenas: corresponden a depósitos aluviales y fluviales cuya composición litológica y características sedimentológicas dependen de la litología del área fuente. Las principales unidades deposicionales diferenciadas son las de Prullans, All, Saneja, Llivia, Sallagosa, Oceja, Riu y Cereja-Ur. Dentro de estas asociaciones se han diferenciado:

a₁) Depósitos de arenas de áreas fuente graníticas, con dominio de las fracciones de tamaño arena, de composición arcósica, procedentes de la erosión de granitoides por procesos de meteorización. Estos depósitos presentan, en las sucesiones más distales, intercalaciones de lutitas grises y lignitos. Las unidades deposicionales de origen granítico son las de Prullans, Saneja y Cereja-Ur.

a₂) Depósitos de áreas fuente esquistosas o carbonáticas, constituidos por depósitos conglomeráticos y lutíticos masivos de color rojo o gris, con intercalaciones de lignitos en las áreas marginales (Estavar, Vilallovent). Las unidades deposicionales de fuente esquistosa son las de All, Sallagosa, Llivia y Oceja; y la de fuente carbonática, es la de Riu.

Estas asociaciones terrígenas se localizan principalmente en el margen septentrional

de la fosa y sus zonas distales, y muestran un gran desarrollo en las zonas centrales y orientales de la Cerdaña.

b) Asociaciones de sucesiones terrígenas finas y diatomitas de origen lacustre, que contienen varios niveles de fosfatos diagenéticos tempranos (anapaíta principalmente) (ROCA *et al.*, 1987) y un variado contenido paleontológico: ostrácodos, insectos, peces, restos vegetales, etc...

Con posterioridad a estos autores, ANADÓN *et al.* (1989) describieron una columna estratigráfica sintética de los materiales de la Cerdaña, estableciendo la siguiente sucesión (Fig. 3):

A - Asociación inferior de terrígenos: consistente en gravas marrón pálidas, amarillentas y grisáceas, arenas arcósicas, mudstones y lechos de lignitos, con más de 110 m de espesor. Localmente aparecen niveles de lignitos poco potentes.

B - Asociación diatomítica: compuesta por más de 250 m de espesor de diatomitas y mudstones gris-azulados o gris pálido con gran cantidad de materia orgánica. En esta unidad aparecen láminas intermedias de arenas con ostrácodos. Algunos de los niveles son ricos en PO_4Ca y PO_4Fe , o presentan nódulos aislados. Las facies diatomíticas presentan una fina laminación que puede ser relacionada con varvas estacionales de sedimentación.

C - Asociación superior de terrígenos: está formada por mudstones, cuyo color va de gris a marrón, sandstones y conglomerados con unos 100 m de grosor. En esta unidad también se registran niveles de lignitos.

Estas tres asociaciones de facies corresponden a la Unidad Neógena Inferior, apareciendo por encima de ésta la Unidad Neógena Superior compuesta fundamentalmente por conglomerados.

Los materiales correspondientes a la Unidad Neógeno Superior están restringidos a las zonas más meridionales de la fosa de la Cerdaña (área de Bellver), y son interpretados como depósitos lacustres de zonas relativamente profundas.

Los depósitos lacustres de la cuenca de la Cerdaña están formados por arcillas margosas grises con frecuentes pátinas limolíticas. Al O del Serrat de Torroelles estos materiales lutíticos presentan laminación milimétrica y numerosos nódulos y niveles laminares ricos en fosfatos. Se interpretan como depósitos estacionales (varvas). Eventualmente, dentro de esta unidad, se pueden observar depósitos gruesos en láminas centimétricas de carácter grano-decreciente y de gran extensión lateral, que se interpretan como depósitos turbidíticos

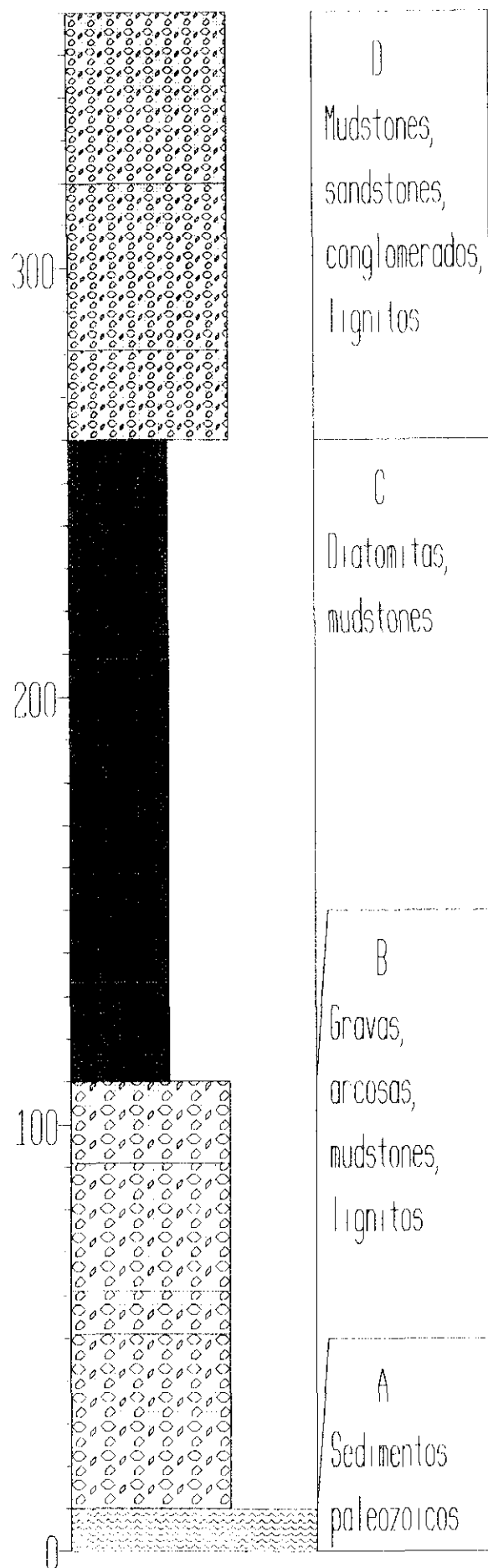


Fig. 3. Columna estratigráfica sintética de la Unidad Neógena Inferior según ANADÓN et al., 1989.

(ROCA, 1986).

A partir del estudio paleontológico y geológico de estos sedimentos y de la existencia de nódulos de anapaíta, diferentes autores han propuesto distintos modelos evolutivos de la cuenca lacustre de la Cerdaña (MARGALEF, 1957; BECH *et al.*, 1981; ROCA, 1986), que se resumirían de la siguiente forma:

- Un primer periodo de condiciones oligomesotróficas, caracterizado por la presencia de las diatomeas *Melosira islandica* O. M. ssp. *helvetica* Müller y *M. distans* (Ehrenb.) Kuetz. El carácter oligomesotrófico del lago daría lugar a condiciones anaeróbicas en el fondo y a una posible estratificación de aguas. Estos hechos, junto con el índice bajo de carbonatos de las aguas (marcado por la ausencia de *M. arenaria* Moore, favorecería la acumulación de fosfatos).

- Un periodo posterior de eutrofización, con una disminución de la profundidad del lago y un aumento de la proporción de carbonato cálcico en las aguas (presencia de *M. arenaria*). Estas aguas por infiltración reaccionarían con los fosfatos, dando lugar a la formación de anapaíta (BECH *et al.*, 1981).

Como ya hemos apuntado anteriormente, en la fosa de la Cerdaña se han diferenciado dos cubetas: la de la Cerdaña (o Sanavastre) y la de Bellver. La cubeta de la Cerdaña, fuertemente subsidente, presenta una gran influencia detrítica donde los sedimentos se depositarían, distalmente, en una cuenca lacustre somera. La cubeta de Bellver, menos subsidente, está caracterizada por el desarrollo de una importante etapa lacustre profunda. El límite entre ambas cubetas se sitúa en el alto de Sampor-Prats-Serrat de Torroelles, formado un campo de fallas de dirección E-W (ROCA, 1986).

Las subunidades deposicionales aluviales se interpretan como diversos conos de deyección, que se situarían esencialmente, en el margen septentrional de la cuenca, (a excepción hecha de los conos de Riu y Oveja). Estos conos se habrían generado por corrientes más o menos canalizadas, en el marco de un clima templado, ligeramente húmedo que permitió el desarrollo de una importante cubierta vegetal.

La zona lacustre de la cubeta de la Cerdaña está marcada por su carácter poco profundo (MARGALEF, 1957) y por la fuerte influencia detrítica (principalmente del cono de Saneja) que dio lugar a la sedimentación, en el fondo del lago, de depósitos de geometría tabular, interpretados como turbiditas (ROCA, 1986). Dentro de estos ambientes se formarían potentes niveles de lignitos que pueden interpretarse como autóctonos, con fuerte influencia

detrítica, o como hipoautóctonos, es decir sedimentados en los periodos de entrada de aguas de bajo flujo procedentes de los conos marginales (ROCA, 1986).

La zona lacustre de la cubeta de Bellver, sin embargo, estaría formada por una potente lámina de agua (MARGALEF, 1957; BECH et al., 1981), que no habría permitido la estratificación de ésta. El lago en este área recibiría únicamente aportes detríticos del cono de Prullans, pues la evolución de las fallas de orientación E-W del sector Sampsor-Grus, hizo que esta zona actuara como una trampa sedimentológica de los materiales detríticos procedentes de los conos aluviales de la cubeta de la Cerdaña.

Desde el punto de vista de análisis secuencial, en la Unidad Neógena Inferior se pueden diferenciar dos megasecuencias de rango superior:

-En la inferior se han reconocido depósitos aluviales de carácter granodecreciente, mientras que el carácter granocreciente sólo se ha registrado en sondeos eléctricos y mecánicos realizados en la cuenca (POUS et al., 1981).

-La parte superior de la Unidad Neógena Inferior se encuentra formada por una megasecuencia granocreciente (ROCA, 1986).

Desde un punto de vista paleontológico, en la Unidad Neógena Inferior se han reconocido un elevado número de afloramientos con mamíferos fósiles que han permitido datar esta Unidad como Vallesiense. Éstas se sitúan, principalmente, en antiguas explotaciones de lignitos correspondientes a zonas marginales de los diferentes conos de deyección (Llivia, Estavar, Santa Eugenia, Bellver ?) y/o a depósitos fluvio-deltáicos del centro de la cuenca (Sanavastre, Alp, Das, Prats y Sampsor) (AGUSTÍ & ROCA, 1987).

Los primeros datos sobre restos de macrovertebrados fueron publicados por RÉROLLE (1884-1885), quien citó los restos de un ejemplar de *Felis* sp. en Estavar, e *Hipparion* sp. en Prats. Más adelante, DEPÉRET & RÉROLLE (1885) describen un conjunto de restos esqueléticos que asignan a las siguientes especies:

Sus major P. Gervais - encontrado en los lignitos de la cuenca de Bellver.

Hipparion gracile Kaup - lignitos de Prats.

Castor (Chalicomys) jaegeri Kaup - lignitos de Estavar.

Amphicyon major Lartet var. *pyrenaicus* Depéret & Rérolle - lignitos de Estavar.

?*Ictitherium* sp. - lignitos de Estavar.

Mastodon sp. - lignitos de Estavar.

ALMERA & BOFILL (1887, 1889), añaden el hallazgo de *Deinotherium bavaricum*

y *Mastodon angustidens* en la mina de Estavar. Posteriormente, en esta mina se colectó un mayor número de restos de mamíferos (VILLALTA & CRUSAFONT, 1947). Tras su clausura, se realizaron varias revisiones del material paleontológico (GOLPE-POSSE, 1979, 1981; AGUSTÍ & ROCA, 1987), concluyéndose la siguiente lista taxonómica: *Chalicomys jaegeri* (Kaup), *Amphicyon major pyrenaicus* Depéret & Rérolle, *Progenetta* sp., *Chalicotherium grande* (Lartet), *Dicerorhinus scheleiermarcheri* Kaup, *Tetralophodon longirostris* (Kaup) y *Deinotherium* aff. *laevius* Jourd. (AGUSTÍ & ROCA, 1987).

Según estos últimos autores, la presencia de *Dicerorhinus scheleiermarcheri* permite la adscripción de Estavar al Vallesiense. Esta especie aparece en el Vallesiense inferior en el Vallès-Penedès extendiéndose hasta el Turolense superior. El límite superior de los materiales de Estavar viene acotado por la presencia de *Amphicyon* y *Chalicotherium grande*, que en Cataluña no sobrepasan el Vallesiense superior. Así pues, la localidad de Estavar debe ser adscrita al Vallesiense sin que pueda especificarse su carácter superior o inferior (AGUSTÍ & ROCA, 1987).

Desgraciadamente, esta localidad no ha podido ser estudiada desde un punto de vista paleobotánico, ya que la explotación de sus minas de lignito decayó al terminar la Primera Guerra Mundial, terminando en los primeros años de la década de 1920 (GÓMEZ-ALBA, 1992). En la actualidad, la antigua mina de Estavar se encuentra cubierta por prados y tierras de labor.

En las localidades de Sanavastre, Prats y Sampsor, Santa Eugenia y Llivia también han aparecido restos macroscópicos de vertebrados típicos del Vallesiense. Por ejemplo, fragmentos esqueléticos de *Hipparium primigenium catalaunicum* Pirlot, han sido hallados en Sanavastre, Prats y Sampsor.

GOLPE-POSSE (1981) atribuye el material descrito por DEPÉRET & RÉROLLE (1885) como *Sus major*, a la especie *Microstonyx antiquus* Kaup, que permite datar los materiales de la localidad de Santa Eugenia como Vallesiense superior. En Llivia, la presencia de *Euprox dicraniocerus* dataría esta localidad como Vallesiense inferior (AGUSTÍ & ROCA, 1987).

En resumen, aunque no se han realizado estudios de micromamíferos en la Unidad Neógeno Inferior de la Cerdaña los fósiles de macromamíferos parecen indicar una edad Vallesiense.

b) Unidad Neógena Superior

Los materiales de esta Unidad sólo afloran claramente en el margen meridional y en la parte oriental de la cubeta de Bellver. Su potencia es bastante constante, siendo de aproximadamente 200 m (ROCA, 1986).

Las secuencias de esta Unidad están formadas esencialmente por conglomerados, brechas y lutitas rojas, que lateralmente y hacia el centro de la cuenca pasan a lutitas grises con intercalaciones conglomeráticas y algún nivel de lignitos. Los clastos de las facies conglomeráticas muestran una composición litológica esencialmente carbonática, a diferencia de la Unidad Neógena Inferior. Este cambio litológico viene condicionado porque el área fuente de estos sedimentos terrígenos se sitúa en el margen meridional de la fosa, constituido principalmente por rocas carbonatadas del Devónico, Mesozoico y Paleógeno (AGUSTÍ & ROCA, 1987).

Del estudio sedimentológico realizado por ROCA (1986), se deduce que la Unidad Neógena Superior se depositó en un sistema de conos aluviales adosado a las fallas E-W que limitan al S la fosa de la Cerdaña. A partir de la distribución de las facies, las paleocorrientes, la composición de los clastos, así como la existencia de discordancias internas progresivas, se deduce que la evolución de dichos conos estuvo esencialmente controlada por el movimiento normal de las fallas meridionales de la fosa (AGUSTÍ & ROCA, 1987).

Esta Unidad presenta una secuencia granodecreciente que constituye la colmatación final de la cuenca de la Cerdaña (AGUSTÍ & ROCA, 1987).

Hasta el momento, sólo se ha mencionado en esta Unidad una localidad fosilífera (Can Vilella), que se encuentra cerca de la base de la Unidad. Según AGUSTÍ & ROCA (1987), en este afloramiento se han obtenido restos de micromamíferos pertenecientes a los siguientes taxones:

Soricidae indet.

Apodemus gudrunae Van der Weerd

Kowalskia sp.

Epimeriones aff. *austriacus* Daxner-Höck

Sminthozapus janossy Sulimsky

Muscardinus aff. *vireti* Mein & Hugueney

Prolagus michauxi López

La situación de Can Vilella en el marco biostratigráfico de Europa puede ser

establecida de acuerdo con la presencia de *Apodemus gudrunae*, que permite la adscripción del yacimiento al Turoliense superior, zona MN 13 (AGUSTÍ & ROCA, 1987).

2.3. LOCALIDADES ESTUDIADAS

Historicamente el primer autores que habló de afloramientos en donde se colectaban fósiles vegetales fue RÉROLLE (1884-1885), quien sin embargo no llegó a ubicarlos en su trabajo. Más adelante, VILLALTA & CRUSAFONT (1945) y SOLÉ & LLOPIS (1947) hablaron de doce afloramientos parece que todos ellos localizados en la cubeta de Bellver. Los de la cubeta de la Cedaña no fueron estudiados desde un punto de vista paleobotánico hasta 1957, que fue cuando JELSGERMA realizó los primeros análisis polínicos de los lignitos de las minas a cielo abierto de Sampsor y Estavar.

En este trabajo se han estudiado 18 localidades (Fig. 1), algunas de ellas han sido fijadas gracias a la colaboración de GÓMEZ-ALBA (1990, comunicación personal). Los afloramientos en los que hemos obtenido material fósil se encuentran ubicados bien en torrentes, barrancos, minas a cielo abierto o en "cortes" debidos a obras civiles, carreteras o túneles. La mayoría de ellos se encuentran en la cubeta de Bellver, pertenecen a la Unidad Neógena Inferior y corresponden a facies profundas del antiguo lago. Siguiendo una dirección de E a O, los afloramientos que de este grupo son: Prats, Coll de Saig, San Salvador, camino de Balltarga a Bor, Beders, torrente de la Bavosa, Riu de Santa Maria, torrente de Vilella, barranco de Salanca, carretera de Bellver de Cerdanya a Pi y Santa Eugenia.

En el conjunto de la Unidad Neógena Inferior también se han estudiado un conjunto de afloramientos correspondientes a facies de abanicos aluviales, algunos de ellos se encuentran en la cubeta de la Cerdaña (mina de sanavastre, mina de Sampsor y vertedero de Sampsor), mientras que otros se ubican en la de Bellver (gravera de Pi, Oliá y camino al Serrat de Nas).

Por último hemos realizado un estudio palinológico de los materiales del afloramiento de Can Vilella que se encuentra en la cubeta de Bellver y es el único encontrado que pertenece a la Unidad Neógena Superior.

A continuación vamos a realizar una pequeña descripción de cada localidad estudiada ubicándola en el contexto geográfico de la Cerdaña:

-Afloramientos correspondientes a facies de abanicos aluviales:

1) mina de Sanavastre (mina Mercedes): mina de lignito a cielo abierto que se encuentra unos 600 m al S de la localidad de Sanavastre (provincia de Gerona). Latitud: 42° 22' 50"N. Longitud: 1° 51' 2"O. La columna estratigráfica de esta mina está constituida por una alternancia de lignitos, lutitas y arenas (Fig. 73, pág. 409).

2) mina de Sampsor (mina Malla): mina de lignito a cielo abierto que se encuentra a unos 450 m al SE de la localidad de Sampsor (provincia de Lérida). Latitud: 42° 22' 7"N. Longitud: 1° 49' 1"O. Los materiales de esta mina son una alternancia de lignitos, lutitas y arenas (Fig. 78, pág. 437).

3) vertedero de Sampsor: se encuentra ubicado en un vertedero unos 300 m al S de Sampsor (provincia de Lérida). Latitud: 42° 22' 0"N. Longitud: 1° 49' 20"O. Los materiales de este yacimiento son una mezcla caótica de arcillas, arenas y lignitos de unos 2 m de altura. En la actualidad este afloramiento ha sido cubierto por escombros y basura.

4) gravera de Pi: situada en el margen izquierdo del camino que va de Pi hacia Santa Eugenia, en esta dirección. Latitud: 42° 21' 48"N. Longitud: 1° 45' 52"O. Se trata de una potencia de arenas y conglomerados de unos 15 m de altura en donde se observan a distintos niveles dos bandas de arcillas intercaladas (una de ellas a nivel del suelo y la otra a 2 m de la base) de unos 60 cm de potencia cada una. Es reseñable la existencia de una banda de hollín entre los conglomerados, que parece indicar la existencia de paleoincendios en la zona.

5) Oliá: hemos estudiado dos afloramientos localizados en la carretera de Oliá a Nas. Ambos se encuentran en la cuneta derecha, unos 50 m antes de la bifurcación a Oliá, según se viene desde la carretera que va en dirección a Santa Eugenia. Latitud: 42° 21' 23"N. Longitud: 1° 44' 38"O. El primero de ellos, denominado "Oliá 1", se halla en un curva y se trata de un nivel de arcillas varvadas de unos 25-30 cm de espesor. Es destacable la presencia de restos de conchas de moluscos en este afloramiento.

El segundo se encuentra a unos 15 m del primero siguiendo la carretera hacia Oliá. Presenta una formación de arenas de hasta 3,5 m de altura y a techo de éstas una capa de arcillas amarillentas, varvadas, de unos 50 cm de potencia. Este afloramiento se nombró como "Oliá 2".

6) camino al Serrat de Nas: se trata de un conjunto de afloramientos que se encuentran en el camino que se inicia unos 25 m antes de llegar a la aldea de Santa Eugenia, y conduce

hacia la parte más occidental del Serrat de Nas y, posteriormente, sigue el curso del río Ridolaina. Los afloramientos, en concreto, se ubican a unos 500 m de Santa Eugenia, en la cuneta izquierda de este camino, después de la desviación que conduce a Can Quelet. Latitud: 42° 21' 28"N. Longitud: 1° 43' 39"O. Estos afloramientos están compuesto por depósitos aluviales.

El primero de ellos se encuentra formado por lentejones de lignitos que no siguen una estratificación clara. El segundo, distanciado unos 25 m del primero en dirección al Serrat de Nas, está compuesto por un nivel de arenas de unos 2 m de potencia que se encuentra por encima de una capa de lutitas. El tercer yacimiento a unos 30 m del segundo siguiendo el camino hacia el Serrat de Nas, se encuentra formado por una potencia de unos 4 m de arenas con un nivel de arcillas de color gris.

7) Can Vilella: está ubicado en un barranco a unos 300 m al SE de Can Vilella (municipio de Bellver de Cerdanya, Lérida). Latitud: 42° 21' 25" N. Longitud: 1° 46' 48" O. Según AGUSTÍ & ROCA (1987) este yacimiento formaría parte de la Unidad Neógena Superior, habiéndose datado, por los mismo autores, en base a micromamíferos como correspondiente al Turoliense superior. Se trata de una alternancia de lutitas de color gris y rojo con niveles de lignitos y de conglomerados intercalados (Fig. 89, pág. 482).

- Afloramientos correspondientes a facies lacustres profundas:

1) Prats: se trata de un conjunto de tres afloramientos que aparecen a ras de suelo y se encuentran separados unos 5 m entre ellos. Han sido originados por procesos erosivos pluviales, y están situados en las laderas de un cerro unos 200 m al noroeste de la ermita de San Salvador. Latitud: 42° 22' 2"N. Longitud: 1° 49' 56"O. Estos yacimientos se hallan constituidos por arcillas varvadas de color amarillento.

2) Coll de Saig: se encuentra en el margen izquierdo de la carretera de Bellver de Cerdanya a Prats (carretera comarcal 1.411), en esta dirección. Latitud: 42° 22' 2"N. Longitud: 1° 49' 20"O. Este afloramiento presenta 2-1,5 m de potencia, estando constituido por arcillas varvadas amarillentas y anaranjadas.

3) San Salvador: está situado en las laderas de una colina situada unos 300 m al O de la ermita de San Salvador. Latitud: 42° 21' 41"N. Longitud: 1° 49' 31"O. Presenta ≈1,5 m de potencia, y está constituido por arcillas varvadas amarillentas. Es destacable la gran cantidad de valvas de ostrácodos que aparecen en este yacimiento.

4) camino de Balltarga a Bor: se encuentra en el margen izquierdo del camino de Balltarga a Bor, en esta dirección, pasando unos 100 m la desviación a Beders. Latitud: 42° 21' 31"N. Longitud: 1° 48' 49"O. Este afloramiento está constituido por unos 2 m de potencia de arcillas varvadas amarillentas en diversos tonos. Es reseñable la presencia de nódulos que llegan a tener hasta 30 cm de diámetro.

Pudiera ser que este afloramiento fuera clásico, denominado "Badés" por distintos autores como VILLALTA & CRUSAFONT (1945) y MENÉNDEZ AMOR (1955), ya que lo ubican en este mismo camino. No obstante, al no dar las coordenadas exactas, y al haber observado en nuestras campañas de campo que existen otros puntos en la cuneta de este camino en donde afloran arcillas semejantes a las del resto de los yacimientos ceretanos, creemos posible que "Badés" no se corresponda con este yacimiento, y que el afloramiento antiguo no exista en la actualidad al haber sido cubierto por la vegetación.

5) Beders: se encuentra dentro de la misma localidad de Beders, en una cuneta del camino de circunvalación de la Urbanización Verde Sol. Latitud: 42° 21' 48"N. Longitud: 1° 49' 7"O. Se trata de una sucesión de arcillas varvadas de color amarillento que alcanza aproximadamente dos metros de potencia. Hacia el techo del afloramiento hay un nivel de color rojizo donde se localizan gran cantidad de nódulos de fosfato que no llegan a tener más 4 mm de diámetro.

6) torrente de la Bavosa: ubicado en los márgenes del mencionado torrente. Latitud: 42° 21' 4"N. Longitud: 1° 48' 22"O. Se trata de una sucesión de arcillas de color amarillento en diferentes tonos dado su carácter varvado, que alcanza hasta tres metros de altura. Es usual la presencia de nódulos de hasta 30 cm de diámetro.

7) Riu de Santa María: localizado en los márgenes del torrente denominado Riu de Santa María al S de la aldea del mismo nombre, un kilómetro al E de Bellver de Cerdanya. Latitud: 42° 21' 50"N. Longitud: 1° 47' 15"O. Se trata de una sucesión de arcillas varvadas de color marrón claro, que alcanza unos tres metros de altura.

8) torrente de Vilella: situado en los barrancos que ha erosionado el curso de este torrente, a unos 300 m al SE de la Font del Talló. Latitud: 42° 21' 59"N. Longitud: 1° 48' 18"O. Este afloramiento presenta unos 2 m de potencia, estando constituido por alternancias de arcillas varvadas grises y anaranjadas. Es destacable la aparición de gran cantidad de valvas de ostrácodos en sus sedimentos.

9) barranco de Salanca: se trata de un conjunto de afloramientos situados en el

barranco del mismo nombre. Latitud: 42° 21' 58"N. Longitud: 1° 46' 2"O. El más grande presenta unos 3,5 m de potencia, estando constituido de una forma alternante por arcillas varvadas amarillentas y anaranjadas. El resto de los afloramientos son pequeños derrumbamientos en las laderas del barranco. Es destacable la presencia de nódulos y de gran cantidad de anapaíta.

10) carretera de Bellver de Cerdanya a Pi: se trata de dos afloramientos de arcillas varvadas que se encuentran en las cunetas, a ambos lados de la carretera que conduce de la localidad de Bellver de Cerdanya a la de Pi. Latitud: 42° 21' 43"N. Longitud: 1° 45' 1"O. La situación de los dos puntos estudiados es la siguiente:

1- En el margen izquierdo de la carretera según se va hacia Pi, a la entrada del camino de la Font de Talló. En la actualidad este yacimiento no existe, ya que está sepultado debido al hundimiento de su parte superior. Se trataba de un paquete de arcillas varvadas amarillentas de 0,5 m. Es destacable el gran número de diatomeas que presentan sus sedimentos.

2- El segundo afloramiento estudiado se localiza en el margen derecho de la carretera según se va hacia Pi, distanciado unos veinte metros del afloramiento anterior en dirección a Bellver de Cerdanya. Las arcillas tienen una potencia de alrededor de un metro, son menos amarillentas, seguramente debido a su mayor proporción en materia orgánica, y se encuentran varvadas.

11) Santa Eugenia: se encuentra situado en el margen izquierdo del camino que va desde Santa Eugenia a Can Quelet, a unos 50 m de Santa Eugenia. Latitud: 42° 21' 55"N. Longitud: 1° 43' 52"O. Se trata de una potencia de arcillas amarillentas de hasta 2 m de altura. Este afloramiento no es el descrito bajo el mismo nombre por CARAZO & VILORIA (1946), ya que se encontraba ubicado en otro lugar también cercano a esta aldea.

3. TAXONOMÍA

3.1. NOMENCLATURA Y CLASIFICACIÓN

MICRORRESTOS

Caracteres polínicos y terminología adoptada

El término palinomorfo (del griego *palinos*, polen, y *morfé*, forma) define un cuerpo microscópico con pared orgánica resistente encontrado en residuos palinológicos de maceración. Dentro de este concepto se incluyen granos de polen, esporas de muchos tipos, acritarcos, tecas y cistes de dinoflagelados, ciertas colonias de algas, escolecodontos, quitinozoos y otros microfósiles insolubles en ácidos (TRAVERSE, 1988).

Las preparaciones que nosotros hemos realizado han proporcionado no sólo granos de polen y esporas de helechos y briófitos, sino también cistes de dinoflagelados de agua dulce, esporas de distintos tipos de hongos y restos de algas clorofíceas. Sin embargo, hemos acotado el estudio micropaleontológico de esta Tesis al grupo de lo que algunos autores denominan "esporomorfos", es decir al conjunto de granos de polen y esporas, y dentro de éstas a los de criptógamas vasculares y briófitos.

Las esporas que se describen en este trabajo se formaron en las cápsulas de cierto tipo de hepáticas y en los esporangios de algunas especies de lycopodios y helechos. En algunas ocasiones éstas se dispersan en tétrades, como en el caso de Osmundaceae.

El polen aquí estudiado se originó en el tejido esporógeno de los sacos polínicos de gimnospermas y angiospermas por división meiótica de las células madres de granos polínicos. De esta manera, el polen se produce en tétrades, salvo en algunos grupos como Cyperaceae, en que cada célula diploide origina por meiosis un sólo grano de polen, ya que degeneran tres de los cuatro núcleos haploides producidos. Una vez formados las esporas y los granos de polen, normalmente se liberan por separado (monadas), aunque a veces se dispersa la tétrade entera (p.e Ericaceae) o incluso el saco polínico, formando polinios (p.e., Orchidaceae).

Los palinomorfos, pólenes y esporas, se han determinado en base a sus caracteres morfológicos. Éstos se han observado con microscopios óptico (M. O.) y electrónico de barrido (M. E. B.), y se han descrito teniendo en cuenta caracteres tales como: polaridad, simetría, forma, tamaño, esporodermis, ornamentación de la superficie y aberturas. La nomenclatura seguida ha sido la que se utiliza en los textos palinológicos: WODEHAUSE

(1965), WALKER & DOYLE (1975), SÁENZ DE RIVAS (1978), ERDTMAN (1986), TRAVERSE (1988), FAEGRI & IVERSEN (1989) y MOORE et al. (1991). A continuación, se exponen brevemente los caracteres anteriormente mencionados:

a) Polaridad:

La formación de tétrades meióticas determina en los palinomorfos una polaridad. De esta manera, cada grano de polen presenta un área proximal que corresponde a la zona más cercana al centro de la tétrade y una distal que corresponde al lado opuesto. Si se traza un eje imaginario desde el centro del polo proximal al opuesto o distal, se obtiene el llamado eje polar (P) o eje de simetría de la elipse a la cual se asimila el grano de polen para su descripción. La línea perpendicular a dicho eje polar es denominada ecuador o eje ecuatorial (E) y atraviesa el grano de polen por su parte media.

b) Simetría:

Se llama grano de polen simétrico al que tiene al menos un plano de simetría. En caso contrario se le denomina asimétrico, lo cual es poco frecuente. A un grano de polen simétrico el plano ecuatorial de simetría lo puede dividir en dos partes iguales si se trata de polen isopolar, o en distintas, en el caso de un polen heteropolar.

Dentro de los granos isopolares, es decir, con un plano de simetría horizontal, si además hay otros dos o más planos de simetría verticales y los ejes ecuatoriales son de la misma longitud, estamos ante una simetría isopolar radial. Si los ejes ecuatoriales son de diferente longitud, la simetría es isopolar bilateral. A su vez, los granos heteropolares, es decir, sin plano de simetría horizontal, pueden ser radiales o bilaterales.

c) Forma:

El polen radialmente simétrico se considera un elipsoide, cuyo eje de rotación es el eje polar. Si éste es de la misma longitud que el diámetro ecuatorial, el grano se denomina esferoidal. Si es dos veces el diámetro ecuatorial, el grano se denomina perprolato, con una serie de etapas intermedias según las magnitudes relativas del eje polar (P) y el diámetro ecuatorial (E): prolato-esferoidal ($P/E = 1,14-1,00$); subprolato ($P/E = 1,14-1,33$); prolato ($P/E = 2-1,33$); perprolato ($P/E = 2$). Existe a su vez toda una gradación desde el esferoidal ($P/E = 1$) hasta el peroblato, grano de polen que presenta una razón eje polar-diámetro ecuatorial menor de 0,5 ($P/E = 0,50$); oblato-esferoidal ($P/E = 1,00-0,88$); suboblato ($P/E = 0,88-0,75$); oblato ($P/E = 0,75-0,50$).

Las coníferas exhiben granos de polen bisacados y su forma, por lo tanto, difiere de

la descrita. Por esta razón, se ha seguido para su descripción el esquema propuesto por SIVAK (1975). Para géneros como *Cathaya* Chun & Kuang y *Tsuga* Carr., que presentan modificado el esquema bisacado básico, se han tenido en cuenta las apreciaciones realizadas por SIVAK (1973, 1976).

d) Esporodermis:

La cubierta que rodea y protege a la espora se denomina esporodermis. Este término se aplica también al polen. La esporodermis está constituida a su vez por dos paredes: la intina, de carácter celulósico que limita con la célula polínica y la exina, que rodea a la intina.

El compuesto químico fundamental de la exina se denomina esporopolenina, y se forma por polimerización oxidativa de carotenos y ésteres de carotenos en proporciones variables. La exina consta de dos capas llamadas de la parte interna a la externa, endexina y ectexina que se diferencian químicamente, ya que la primera posee un alto contenido en ligninas mientras que la segunda únicamente posee en su composición esporopolenina. Sin embargo, ERDTMAN (1986) prefirió distinguir dentro de la exina dos capas diferenciadas sólo morfológicamente: nexina (interna) y sexina (externa).

Atendiendo a la división de la exina por capas diferenciadas químicamente, la endexina es lisa y homogénea. La ectexina no sólo se diferencia por su composición química de la endexina, sino también morfológicamente, ya que se puede dividir en tres estratos en el caso más completo:

-Téctum: estrato que limita externamente a la exina. Si está presente, el polen se llama tectado; si carece de él, se denomina intectado. En el caso del polen tectado, si se encuentra horadado por minúsculos poros se llama perforado, e imperforado en el caso contrario. Cuando las perforaciones se agrandan formando pequeñas incisiones de un diámetro mayor de 1 μm , el polen se llama foveolado o escrobiculado. Los granos reticulados son aquellos en los que el diámetro de las perforaciones del téctum es mayor que las anchuras que las separan. Los palinomorfos semitectados presentan téctum, pero éste es incompleto o parcial. Si el téctum forma unas crestas o protuberancias más o menos irregulares, como en Ulmaceae, se aplica para el polen el término ondulotectado o cerebriforme. El polen fenestrado, común en Asteraceae, presenta un téctum perforado que se dispone en bandas poligonales alrededor de unas lagunas o fenestras que se sitúan simétricamente sobre la superficie del grano. Cuando alrededor de ellas existen unas crestas superficiales, el polen es lofado.

-Infratéctum: se forma por debajo del téctum y está constituido por unos bastoncillos

denominados báculos o columelas. Cuando el polen es intectado, estos báculos están rematados por unos ensanchamientos o cabezuelas.

-Base: forma una banda lisa al pie de los báculos. Este estrato se confunde morfológicamente con la endexina.

e) Elementos esculturales:

El tectum presenta frecuentemente un relieve superficial debido a los denominados elementos esculturales que adoptan distintas formas y cuyo eje mayor generalmente no sobrepasa las 5 μm de longitud. Cuando el polen no presenta este relieve, se denomina psilado. En el caso de que la superficie sea áspera, pero el relieve tenga una proyección menor de 1 μm , el polen se llama escábrido.

Los principales elementos esculturales son:

- Gránulos (polen granuloso): elemento escultural isodiamétrico no puntiagudo.
- Gema (polen gemado): elemento escultural no puntiagudo, cuya anchura es igual o menor que la altura. La base está constreñida.
- Pilo (polen pilato): elemento escultural con forma de clavo no puntiagudo.
- Verruga (polen verrugoso): elemento escultural no puntiagudo sin la base constreñida y anchura igual o mayor que la altura.
- Clava (polen clavado): elemento escultural no puntiagudo con forma de maza.
- Báculo (polen baculado): elemento escultural no puntiagudo con forma de bastón.
- Espina (polen equinado o espinoso): elemento escultural puntiagudo cuya altura es mayor que la anchura. Cuando la espina no sobrepasa las 3 μm de longitud se llama espínula, y el polen, equinulado o espinuloso.

El relieve o escultura se puede disponer de forma reticulada, estriada, rugulada o insulada.

f) Sistema apertural:

Se conocen con el nombre de aberturas las áreas adelgazadas y especialmente delimitadas de la exina, a cuyo través generalmente, aunque no siempre, pasa el contenido celular en la germinación del grano de polen (SÁENZ DE RIVAS, 1978).

La abertura tiene dos funciones: punto de salida para la germinación del tubo polínico y harmomérgata (en palinografía, orgánulo o mecanismo destinado a acomodar la exina semirrígida a los cambios de volumen). En un mismo grano o espóra, coexisten las aberturas

germinales con otras cuya función es sólo harmoméga.

Se llama ectoabertura a la abertura de la ectexina y endoabertura a la de la endexina. Independientemente de si la membrana apertural es de ectexina o de endexina, cuando la abertura es de forma alargada, de longitud doble que la anchura, se denomina **colpo** y si es redondeada **poro**. Cuando una abertura está compuesta por ambas formas, colpo y poro, se llama colporada. Se denomina **sulco** a la apertura en la cara distal que encierra el polo distal en su centro. La parte interna de una abertura compuesta se denomina os (en plural ora) cuando es redondeada, mientras que si adopta una forma más alargada se denomina colpo transversal.

A veces hay sobre la abertura una zona de ectexina engrosada, a modo de tapadera, que se denomina opérculo. Si la ectexina que bordea la abertura tiene forma de poro, se denomina anillo, y si rodea a un colpo su nombre es margen. Los engrosamientos de la endexinas a lo largo de los colpos, se denominan costae o costillas. Ciertos granos de polen presentan en la abertura una especie de cámara que la separa del resto del grano y se llaman por ello vestibulados, como en *Betula* L.

El área que bordea a un colpo se denomina mesocolpio, y el que bordea a un poro mesoporio. Las zonas polares donde no aparecen aberturas se denominan apocolpios si las aberturas son en forma de colpo y apoporios si las aberturas son en forma de poro. Es sincolpado el polen que presenta los colpos unidos en uno o ambos polos.

Los granos que en vista polar presentan un contorno más o menos triangular se denominan angulaperturados, si tienen las aberturas situadas en los vértices del triángulo y planaperturados si las presentan en los lados. Se denominan sinaperturados cuando las aberturas están en los lados del polen de sección cóncava. Fosaperturados es la denominación que se da a los granos de polen en los que las aberturas se sitúan en las concavidades que dejan entre sí los lados del triángulo convexo en vista polar.

Las esporas de briófitos y pteridófitos poseen la estructura de la pared celular muy diferente a la de las angiospermas y gimnospermas. Como no hay división entre sexina y nexina las aberturas no se pueden asignar ni a colpo ni a poro. Las aberturas de las esporas se disponen siempre en la zona proximal. Algunas esporas tienen una abertura larga (esporas monoletas), mientras que otras tienen una abertura con tres ramas en forma de Y (esporas triletas).

MACRORRESTOS

Caracteres foliares y terminología adoptada

Los restos foliares referentes a pteridófitos, gimnospermas y angiospermas se han estudiado teniendo en cuenta sus características morfológicas, anatómicas y funcionales, según lo reflejado por DICKINSON (1975), ESAU (1976), YOUNG (1982) y FAHN (1985).

Con respecto a los pteridófitos, hemos usado la nomenclatura que BOUREAU (1975) utiliza para la descripción de frondes carboníferos, ya que nos parece la más completa.

Los restos foliares de gimnospermas son posiblemente más escasos que los de angiospermas, y para su descripción hemos tenido en cuenta estudios botánicos más amplios como pueden ser los de GAUSSEN (1959, 1960, 1964, 1966) y CEBALLOS & RUIZ DE LA TORRE (1979). Únicamente se han detectado hojas aciculares y escamosas.

Hemos analizado la estructura general de los restos foliares de angiospermas tomando en consideración las normativas presentadas por MOUTON (1967), posteriormente actualizadas por VICENTE I CASTELLS (1989), y muy especialmente las expuestas por HICKEY (1973), DILCHER (1974), MELVILLE (1976) y STEARN (1983). Estos autores desglosan el estudio morfológico de las hojas en cuatro partes fundamentales, considerando a los foliolos de las hojas compuestas como si fueran hojas enteras:

a) El pecíolo, teniendo en cuenta su longitud, su forma (si es recto o se encuentra recurvado) y la presencia o ausencia de glándulas en éste.

b) La forma del limbo que puede ser de cuatro tipos fundamentales:

b-1) Oblonga, si el limbo presenta sus márgenes paralelos entre sí, salvo como es natural en el ápice y la base.

b-2) Elíptica, si el limbo de la hoja tiene una forma elipsoidal con la zona de máxima anchura en el medio.

b-3) Ovada, si el limbo tiene la forma más ancha hacia la parte basal.

b-4) Obovada, si la zona más ancha está en la parte apical.

b-5) Palmada, si presenta varios lóbulos sustentados por un número idéntico de nervios primarios.

b-6) Acicular, con forma de aguja, típica de gimnospermas.

* Además se debe tener en cuenta la disposición del ápice, que puede ser:

-agudo, si forma un ángulo menor de 90°.

-acuminado, si el ápice que puede ser largo o cortamente acuminado termina en punta, siendo sus márgenes marcadamente cóncavos.

-atenuado, si los márgenes son rectos o ligeramente cóncavos y el ápice forma un ángulo estrecho agudo.

-obtusos, si forma un ángulo mayor de 90°

-retuso, si está ligeramente escotado, en la zona en donde termina el nervio medio, el ángulo interno de esta zona es menor de 25° .

-emarginado, si se encuentra muy escotado.

-redondeado, con forma más o menos semicircular.

* La base normalmente se presenta con las siguientes morfologías:

-aguda, si los márgenes forman un ángulo menor de 90° . Dentro de este tipo hay que distinguir la base cuneada, si presenta forma de cuña.

-obtusa, si los márgenes forman un ángulo mayor de 90° . Dentro de este tipo hay que distinguir la base decurrente cuando los márgenes son cóncavos.

-redondeada, si la forma es más o menos semicircular.

-cordada, si presenta un seno con los márgenes derechos o convexos.

-sagitada, si presenta dos largos lóbulos cuyos márgenes forman un ángulo $\leq 45^\circ$ con el nervio medio.

c) El tipo de margen, que puede ser:

c-1) liso: si en él no aparece ninguna estructura.

c-2) lobulado: si presenta entrantes y salientes de bordes redondeados.

c-3) aserrado: dentado marginalmente con mayor o menor desarrollo.

d) El tipo de nerviación: para describir esta importante parte de la hoja hemos seguido la división propuesta por TAKHTAJAN (1991); a continuación vamos a enumerar los tipos que hemos encontrado entre los restos foliares estudiados:

d-1) Nerviación pinnada, con un nervio medio primario que se extiende desde la base hasta el ápice de la hoja y de donde nacen los nervios de segundo orden.

d-1-1) Rectipinnada: si presenta nervios secundarios que terminan en los dientes marginales.

d-1-1-1) Rectipinnada simple: los nervios secundarios no se ramifican.

d-1-1-2) Rectipinnada compuesta: los nervios secundarios se ramifican.

d-1-2) Curvipinnada: si los nervios secundarios se curvan gradualmente hacia

el margen de la hoja y no llegan a los dientes marginales o en parte no llegan a estos dientes.

d-1-2-1) Curvipinnada simple: los nervios secundarios se curvan hacia el ápice y gradualmente disminuyen apicalmente, cerca del margen, conectando con el nervio secundario suprayacente por series de venas cruzadas sin formar lazos marginales prominentes.

d-1-2-2) Lazada o co-arqueada: los nervios secundarios se dirigen hacia la zona marginal fusionándose con otros nervios secundarios y formando series de arcos.

d-1-2-2-1) Semilazada: los nervios secundarios se ramifican cerca del margen y una o más ramas terminan en el margen y las otras se unen con el nervio secundario suprayacente y forman lazos.

d-1-2-2-2) Lazada simple: los nervios secundarios se ramifican de una forma más o menos irregular formando varios lazos de distintos órdenes que gradualmente disminuyen hacia el margen de la hoja.

d-1-2-2-3) Paxilada: nervios secundarios numerosos, cercanamente paralelos entre ellos y más o menos derechos, excepto cerca del margen donde se curvan más o menos abruptamente en una vena submarginal. Estos nervios secundarios generalmente forman un ángulo de 60-90° con el nervio medio.

d-1-2-3) Reticulipinnado: nervios secundarios que pierden su identidad hacia el margen foliar por una repetida ramificación.

d-1-3) Palmado-pinnada: intermedio entre pinnado y palmado, con la parte distal de la hoja pinnada y un par de venas primarias pinnadas basales o suprabasales que se extienden por la mitad o la tercera parte del limbo de la hoja.

d-2) Nerviación palmada: tres o más nervios relativamente iguales al nervio primario divergen desde la base de la hoja o a cierta distancia por encima de la base foliar.

d-2-1) Rectipalmada: tres o más venas secundarias divergen radialmente desde un punto de la base del limbo extendiéndose más o menos derechos al margen foliar.

d-2-2) Curvipalmada: tres o más nervios primarios o sus ramas se originan en, o cerca de un punto, se desarrollan y más o menos convergen arqueándose hacia el ápice.

d-3) Nerviación estriada: tres o más haces de nervios entran separadamente en el limbo foliar dando lugar a tres o más nervios primarios separados que se desarrollan hacia el ápice y gradualmente convergen. La nerviación es casi siempre cerrada sin finales libres.

d-3-1) Arqueado-estriada: varios nervios primarios se desarrollan en arcos

recurvados hacia el ápice y gradualmente se juntan al adyacente al converger en la región apical del limbo. Los nervios primarios están usualmente conectados por piezas cruzadas más o menos transversas y venillas comisurales.

d-3-2) Longitudinalmente estriada: con muchos nervios primarios que se desarrollan de forma longitudinal al ápice de la hoja.

En cuanto a la neriación también debemos destacar:

- La estructura del nervio medio, que en nuestros ejemplares, por su grosor, siempre es robusta, o en algunos casos masiva; y sigue un curso recto sin ramificaciones.

- El ángulo de divergencia que forman los nervios secundarios con el nervio medio, que puede ser: agudo (dentro de este tipo, estrecho si es menor de 45°, moderado si está entre 45° y 65°, y ancho si se encuentra entre 65° y 80°), recto y obtuso.

- Presencia o no de ramificaciones en los nervios secundarios.

- Curso de los nervios secundarios que puede ser: recto o derecho, recurvado (si se arquea en la zona basal), curvado uniforme (si incrementa de la zona basal a la apical su curvatura) y curvado abrupto (si se curva bruscamente).

- Presencia o no de nervios intersecundarios.

- Desarrollo de la neriación terciaria: en nuestros ejemplares, o es percurrente (presentan una dirección más o menos perpendicular con respecto a los nervios de segundo orden y generalmente uno o dos nervios secundarios consecutivos), o se encuentra reticulada ortogonalmente (el ángulo de anastómosis que predomina con los nervios secundarios es un ángulo recto). Normalmente, existe una neriación cuaternaria, que en nuestros ejemplares forma una red cerrada (se denomina también ortogonalmente reticulada) cuyos componentes, las areolas, son por lo general poligonales y se encuentran totalmente cerradas, por lo que se denominan bien desarrolladas.

e) Epidermis foliares: para su descripción hemos utilizado las indicaciones propuestas por DICKINSON (1975), ESAU (1976), METCALFE & CHALK (1979) y FAHN (1985). Todas las epidermis estudiadas son hipostomáticas, y para su estudio se ha tenido fundamentalmente en cuenta: tipo, forma y disposición de las células epidérmicas del haz y envés, grosor de la pared celular de las células epidérmicas, presencia/ausencia de punteaduras, disposición de los estomas, tipo de estoma, disposición de las células acompañantes y de guarda. En concreto, para el estudio de los estomas hemos tenido en consideración los trabajos de VAN COTTHEM (1970), METCALFE & CHALK (1979), WILLMER (1986),

BARCELÓ *et al.* (1987) y KERP (1991).

Debemos reseñar que hasta el momento no se han encontrado preservados tricomas en las cutículas fósiles estudiadas. También hemos de apuntar que no se ha hallado el índice estomático (término éste que relaciona el número de estomas por unidad de área foliar, y que tiene importantes implicaciones en la ecología de cada planta al poderse inferir en base a él la intensidad de su transpiración) ya que se han obtenido en un número muy escaso, y para que este índice sea realmente utilizable en Ecología y en Taxonomía necesitamos muestrear toda una población de plantas. Además, el número de estomas, y por lo tanto, el índice estomático varía según la zona de la hoja que estemos estudiando (base, ápice o zona media) (GUPTA, 1961), carácter que no hemos podido estimar en todos los ejemplares estudiados al haber obtenido con cutícula preservada fragmentos foliares que no dejan entrever a qué parte de la hoja corresponden. Además, existen una serie de factores que alteran el índice estomático: el efecto de la absorción de los iones del suelo; el efecto combinado de esos iones, de las propiedades del suelo y de la composición de la atmósfera de éste sobre el crecimiento del sistema de raíces relativo a la superficie de transpiración; la variada eficiencia de la conducción del sistema vascular a causa de las condiciones externas de la planta; el tipo de suelo; la altitud de la zona donde viva; y el tipo de hoja, si es de sol o de sombra (SALISBURY, 1932), datos no averiguables a partir del material fósil.

Otros macrorrestos presentes

En los afloramientos ceretanos también se han encontrado semillas, conos masculinos y femeninos de gimnospermas, inflorescencias y flores aisladas de angiospermas y frutos alados de angiospermas.

Para la descripción de las semillas y conos de gimnospermas se ha utilizado la terminología de GAUSSEN (1959, 1960, 1964, 1966) y CEBALLOS & RUIZ DE LA TORRE (1979).

En el caso de las semillas se han tenido en cuenta caracteres como: longitud total, forma de la semilla, longitud y anchura de la semilla, forma, longitud y anchura del ala y estriación.

Los conos se han descrito reseñando: forma, longitud, anchura y forma, y tipo y disposición de las escamas.

Para el estudio de las inflorescencias y flores de las angiospermas hemos seguido las indicaciones de textos generales como HEYWOOD (1985), en donde se pone de manifiesto el tipo y forma de la inflorescencia y la forma y disposición de las distintas piezas de la flor: cáliz, corola, androceo y gineceo.

Finalmente se han tenido en cuenta los esquemas aportados por WOLFE & TANAI (1987) y CALL & DILCHER (1992) para el estudio de los frutos alados de los géneros *Acer* L. y *Fraxinus* L. respectivamente.

3.2. ESTUDIO PALEOBOTÁNICO

División Bryophyta

Orden Marchantiales

Los primeros restos encontrados asignables a este orden han sido localizados en el Jurásico de Suiza, siendo incluidos en el género parataxónico *Marchantiolites* Berry (TAYLOR & TAYLOR, 1993).

En el Mioceno Superior de la Cerdaña únicamente se han hallado esporas atribuibles a este orden.

MICRORRESTOS

Marchantiales

(Lám. I, fig. 1)

Esporas asignables a este orden se han hallado de forma puntual en el afloramiento del vertedero de Sampsor y en las minas de Sampsor y Sanavastre, siendo comparables con la especie parataxónica *Ricciaepollenites transdanubicus* Nagy, del Karpatische de Hungría. NAGY (1985) opinaba que esta paraespecie es similar a las esporas de la especie actual *Riccia duplex* Lorbeer. Sin embargo, tras la revisión de los esporomorfos europeos de esta familia realizada por BOROS & JÁRAI-KOMLÓDI (1975), no hemos podido ratificar lo expresado por esta autora.

Las esporas halladas pudieran relacionarse no solamente con géneros de la familia Ricciaceae, sino con géneros de hepáticas pertenecientes a otras familias. Por esta razón, creemos oportuno relacionar este tipo de spora con rango de orden.

Esta es la primera cita de las esporas de este orden en la Cerdaña.

Descripción del material

Esporas triletas; heteropolares; radialmente simétricas; forma más o menos redondeada en vista proximal; no se han observado en vista lateral; $E \approx 84 \mu\text{m}$; espesor del exosporio $\approx 3 \mu\text{m}$; sexina=nexina; superficie reticulada; lúmenes de hasta $10 \mu\text{m}$ de luz redondeados, elípticos o poligonales.

División Lycophyta

Orden Lycopodiales

Familia Lycopodiaceae Mirbel, 1802

Sus primeros registros aparecen en el Pennsylvaniense, siendo incluidos en el género parataxónico *Lycopodites* Lind. et Hutt. non Brngt. y en la especie *Oxroadia gracilis* Alvin. El género *Lycopodites* presenta un amplio rango estratigráfico que va desde el Carbonífero hasta la actualidad (TAYLOR & TAYLOR, 1983). Siendo muy parecido al género *Lycopodium* L.

Esta familia en la actualidad está compuesta por 7 géneros y alrededor de 500 especies de distribución subcosmopolita, estando representada principalmente en las zonas intertropicales (VILLAR, 1986).

MICRORRESTOS

***Lycopodium* sp.**

(Lám. I, figs. 2 y 3)

Esporas asignables a este género se han detectado en los afloramientos de Beders, barranco de Salanca, Prats, Can Vilella y vertedero de Sampsor, así como en las minas de Sanavastre y Sampsor, siendo referibles al género parataxónico *Lycopodiumsporites* Thierg. ex Delcourt et Sprumont.

Descripción del material

Esporas triletas; heteropolares; radialmente simétricas; no se han observado ni en vista proximal ni distal; más o menos elípticas o redondeadas en vista lateral; $P=36-26,25 \mu\text{m}$; exosporio de aproximadamente $1,25 \mu\text{m}$ de espesor; no se observa distinción entre sexina y nexina; superficie reticulada; lúmenes hexagonales de $7,5-5 \mu\text{m}$ de luz y muros estrechos menos de $1 \mu\text{m}$; presencia de clavos sobre los muros de hasta $2,5 \mu\text{m}$ de longitud.

Observaciones

Posiblemente podría haber existido más de una especie de *Lycopodium* en el Vallesiense de la Cerdaña, ya que se han observado ejemplares semejantes a las especies parataxónicas *Lycopodiumsporites reticuloides* W. Kr. y *L. pseudoclavatus* (W. Kr.) Nagy, encontradas en el Pannoniense de Hungría. La segunda paraespecie se ha hallado también en el Plioceno Superior de Alemania (NAGY, 1985).

Esta es la primera vez que se describen las esporas de este género en el Vallesiense de la Cerdaña.

División Sphenophyta

Orden Equisetales

Familia Equisetaceae Richard ex De Candolle in Lamark & De Candolle, 1805

Esta familia está representada en la actualidad por un sólo género, *Equisetum* L., y alrededor de 20 especies de distribución cosmopolita (PRADA, 1986).

El género *Equisetum* está abundantemente representado en el registro fósil desde el Carbonífero al Pleistoceno (THOMASSON, 1980). *Equisetites* Sternbg., es el paragénero establecido para restos que morfológicamente se parecen al género actual *Equisetum*.

En los afloramientos del Mioceno Superior de la Cerdaña se han hallado únicamente dos restos macroscópicos relacionables con esta familia.

MACRORRESTOS

***Equisetum* sp.**

(Fig. 4; Lám. I, fig. 4)

1981 - *Equisetum* sp., ÁLVAREZ RAMIS, pág. 556.

1981 - *Equisetum* sp., ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, págs. 32, 36.

Material

Se han estudiado dos ejemplares preservados como impresiones, en un estado mediocre de conservación, procedentes de los afloramientos de Coll de Saig y carretera de Bellver de Cerdanya a Pi: MNCNV-4724 y MNCNV-4830.

Descripción del material

Fragmento de tallo dividido en nudos y entrenudos; longitud: 1,5 cm; anchura: 0,17

cm; entrenudos recorridos por costillas longitudinales y surcos estrechos; nudos con verticilos de hojas, preservadas en el ejemplar MNCNV-4830 (a diferencia de éste, el MNCNV-4727 carece de ellas observándose en sus nudos cicatrices supranodales circulares en el lugar de inserción); hojas muy deterioradas, alargadas, algunas rectas y otras con aspecto sinuoso.

Observaciones

ÁLVAREZ RAMIS (1981) Y ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE (1981) citan por primera vez en la cuenca una especie de *Equisetum* en nomenclatura abierta, sin describirla. Anteriormente, la especie *Equisetum parlatorii* (Heer) Schimper había sido descrita en el yacimiento de Ballestar de la cercana cuenca de la Seo de Urgel (SANZ DE SIRIA, 1974), a partir de rizomas.

Los restos estudiados por nosotros presenta ciertas semejanzas con *Equisetum braunii* Heer de Oehningen y de Hohe Rhonen, figurado por HEER (1855, taf. XIV, fig. 8), pero nuestros ejemplares se encuentran rotos y deformados.

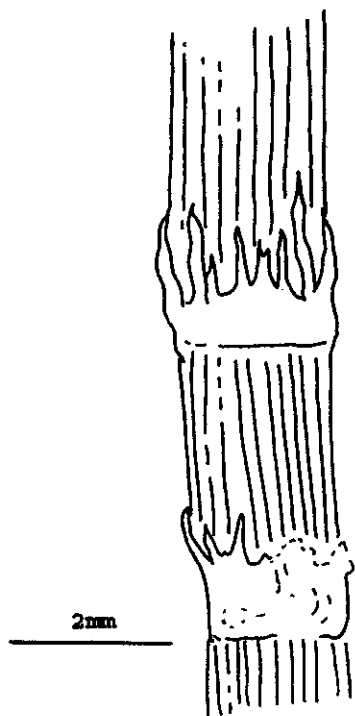


Fig. 4. *Equisetum* sp. MNCNV-4830

División Pteridophyta

Orden Osmundales

Familia Osmundaceae Berchtold & J. Presl, 1820

Aunque KIDSTON & GWYNNE-VAUGHAN (1910) decían que los esporangios de algunos géneros de osmundáceas se colectaron en sedimentos carboníferos, los primeros restos realmente asignables a esta familia proceden del Pérmico Superior, tratándose de troncos que se incluyeron en los géneros *Bathypteris* Eichwald, *Thamnopteris* Brngt., *Zalesskya* Kidston & Gwynne-Vaughan, *Palaeosmunda* Goul y *Chasmatopteris* Zalessky (TAYLOR & TAYLOR, 1993).

Esta familia en la actualidad presenta tres géneros y unas 25 especies de distribución subcosmopolita (CASTROVIEJO, 1986).

En los sedimentos del Mioceno Superior de la Cerdaña se han encontrado tanto restos

foliares como esporas asignables a esta familia.

MICRORRESTOS

Osmundaceae

(Lám. I, figs. 5, 6 y 8)

Esporas atribuibles a las osmundáceas han sido halladas en todos los afloramientos de la Cerdaña, excepto en los de San Salvador, Oliá y Can Vilella. En este apartado describimos un conjunto de esporas, encontradas a veces en gran cantidad, que bien pudieran pertenecer a diferentes especies de la misma familia, ya que varias de ellas son estenopalinas

Descripción del material

Esporas triletas, a veces agrupadas en tétrades (Lám. I, fig. 8); heteropolares; radialmente simétricas; esféricas, aunque usualmente se encuentran rotas y abiertas presentando entonces aspecto de barca; diámetro: 43,6-54,5 μm ; espesor del exosporio $\approx 3 \mu\text{m}$; superficie con una mezcla irregular de verrugas, gemas y báculos de diferentes longitudes (Lám. I, fig. 5b).

Observaciones

Muchas de la esporas estudiadas pueden ser comparadas con las especies parataxónicas *Osmundacidites primarius* (Wolff.) Nagy, que aparece en los sedimentos alemanes y checoslovacos desde la mitad del Oligoceno al Plioceno Superior, y en Hungría del Oligoceno superior al Plio-Pleistoceno; y *Osmundacidites quintus* (PF. & TH.) Nagy spp. *quintus*, que se encuentra en carbones y sedimentos continentales de Europa del Karpatische, Mioceno Superior y Plioceno (PLANDEROVÁ, 1990). Según esta última autora este tipo de esporas se parece a las especies actuales *Osmunda regalis* L. y *O. vachelii* L.

MACRORRESTOS

Osmunda parschlugiana (Unger) Andreánszky, 1959

(Fig. 5; Lám. I, fig. 7)

- 1847 - *Pteris parschlugiana*, UNGER, pág. 122, lám. XXXVI, fig. 6.
- 1884-1885 - *Osmunda strozzii*, RÉROLLE, págs. 179-181, lám. III, fig. 1.
- 1923 - *Osmunda strozzii*, LAURENT & MARTY, págs. 7-8, lám. I, fig. 2.
- 1945 - *Osmunda strozzii*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 343.
- 1952b - *Osmunda strozzii*, TEIXEIRA, pág. 52, lám. II, fig. 3, lám. III, fig. 1-2, lám. IV, figs. 1-2.
- 1955 - *Osmunda strozzii*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 37-38, lám. XV, fig. 4.
- 1958 - *Osmunda strozzii*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 136.

- * 1959 - *Osmunda parschlugiana*, ANDREÁNSZKY, pág. 47, text.-fig. 2, lám. 7, fig. 4.
 1977 - *Osmunda strozii*, SANZ DE SIRIA, pág. 26.
 1979 - *Pteris parschlugiana*, MÄDLER & STEFFENS, pág. 13, lám. 1, fig. 1.
 1980b - *Osmunda strozii*, SANZ DE SIRIA, págs. 7-8, Lám. I, fig. 2a.
 1981 - *Osmunda strozii*, ÁLVAREZ RAMIS, págs. 556, 558.
 1981 - *Osmunda strozii*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, págs. 32, 36.
 1981 - *Osmunda parschlugiana*, KNOBLOCH & KVAČEK, pág. 96, lám. III, fig. 7.
 1990 - *Osmunda parschlugiana*, GIVULESCU, pág. 26, lám. 27, fig. 6.
 1993 - *Osmunda parschlugiana*, FERRER *et al.*, págs. 94-95, Lám. I, figs. 1-4.

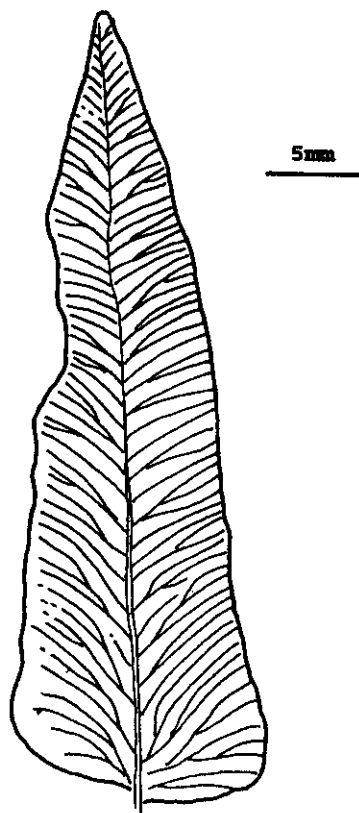


Fig. 5. *Osmunda parschlugiana*
MNCNV-260

Material

Se ha estudiado un sólo ejemplar en forma de impresión en un excelente estado de preservación, procedente del afloramiento de Can Pilbre: MNCNV-260.

Diagnosis sic. UNGER, 1847

Fronde pinnata, pinnis sessilibus basi superiore subarticulatis liniari-lanceolatis argute serratis.

Descripción del material

Pinnula lanceolada y pedunculada; longitud del pedúnculo: 0,65 mm; longitud de la pinnula: 3,96 cm; anchura de la pinnula en la zona basal. 1,2 cm; ápice agudo; base asimétrica y recta; margen liso, algo crenulado; nerviación pinnada; gran número de nervios secundarios que salen del nervio medio formando un ángulo de divergencia algo mayor de 45° (en la base éste es de 90°), sufriendo algunos dicotomización y

finalizando en el margen.

Observaciones

El primer autor que describió pinnulas idénticas a las halladas por nosotros fue UNGER (1847) a partir de ejemplares colectados en el Mioceno Superior de Parschlug (Austria). Éste las describió de una forma errónea como *Pteris parschlugiana*, ya que morfológicamente no son relacionables con el género *Pteris* L. Mucho más adelante, ANDREÁNSZKY (1959) atribuyó de forma correcta estos restos al género *Osmunda* L., por lo que la especie *O. parschlugiana* debe ser atribuida a este último autor. Éste no realiza una

diagnosis de la especie, aceptando la enunciada por UNGER (1847).

O. parschlugiana se describió únicamente a partir de impresiones y compresiones sin la cutícula preservada de frondes, las cuales presentan morfologías idénticas a las de *O. regalis* L., especie de la que quizás fuera antepasado.

Esta es la primera vez que se cita en el Mioceno Superior de la Cerdaña.

Distribución estratigráfica y geográfica

-Budigaliense. Bilin, Bohemia, Checoslovaquia (FERRER et al., 1993).

-Aragoniense inferior-medio. Epila, Zaragoza, España (FERRER et al., 1993).

-Karpatiense. Lintsching, Tamsweg, Austria (KNOBLOCH & KVAČEK, 1981).

-Aragoniense. Uşak-Ilyasli, Turquía (MÄDLER & STEFFENS, 1979).

-Mioceno Medio. Petipsy, Bohemia, Checoslovaquia (FERRER et al., 1993).

-Sarmatiense. Val d'Arno, Italia (RÉROLLE, 1884-1885); Felsőtárkány, Hungría (ANDREÁNSZKY, 1959).

-Vallesiense. Seo de Urgel, Lérida, España (SANZ DE SIRIA, 1977); la Cerdaña, Lérida, España.

-Tortonense. Parschlug, Estiria, Austria (UNGER, 1847).

-Pannoniense. Chiuzbaia, Rumanía (GIVULESCU, 1990).

-Plaisanciense. Reuver, Holanda (LAURENT & MARTY, 1923).

Además se ha hallado en el Plioceno de Barracão, Beijarca y valle de Santarém, Portugal (TEIXEIRA, 1952).

Orden Filicales

Familia Hypolepidaceae Pichi Sermolli, 1970

Aunque suponemos un origen más antiguo únicamente hemos encontrado citas de helechos pertenecientes a esta familia en sedimentos terciarios.

Esta familia en la actualidad presenta unos 6 géneros y alrededor de 80 especies distribuidas fundamentalmente por las regiones tropicales y subtropicales, aunque el género *Pteridium* Gled. ex Scop., es subcosmopolita (MUÑOZ GARMENDIA, 1986).

MACRORRESTOS

***Pteridium oeningense* (Unger) Hantke, 1954**

(Fig. 6; Lám. II, fig. 1)

- 1847 - *Pteris oeningensis*, UNGER, pág. 124, lám. XXXVII, figs. 6-7.
1855 - *Pteris oeningensis*, HEER, págs. 39-40, lám. XII, fig. 5.
1859 - *Pteris oeningensis*, HEER, págs. 154-155, lám. CXLV, fig. 5.
1884-1885 - *Pteris radobojana*, RÉROLLE, pág. 181, lám. III, fig. 2.
1887 - *Pteris oeningensis*, BOULAY, pág. 10.
1892 - *Pteris radobojana*, ETTINGSHAUSEN, pág. 69, lám. I, fig. 17.
1945 - *Pteris radobojana*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 343.
1948 - *Pteris* sp., MENÉNDEZ AMOR, págs. 786-787, fig. 1-b,b'.
* 1954 - *Pteridium oeningense*, HANTKE, págs. 40-41, lám. 1, figs. 6-7.
1955 - *Pteris protogaea*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 39-40, lám. XV, fig. 1.
1955 - *Pteris radobojana*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 40, lám. XV, fig. 2.
1958 - *Pteris oehningensis*, GRANGEON, pág. 24, pl.-text. I, fig. 5.
1958 - *Pteris protogaea*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 136.
1958 - *Pteris radobojana*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 136.
1969 - *Pteris oehningensis*, KNOBLOCH, pág. 60, abb. 151, lám. XXV, fig. 4.
1973 - *Pteridium crenatum*, GIVULESCU & OLOS, págs. 10-11, lám. IV, abb. 2.
1981 - *Pteridium oeningensis*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 556.
1981 - *Pteridium oeningensis*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, págs. 33, 36.

Material

Se han estudiado tres ejemplares como impresiones en excelente estado de conservación, procedentes del afloramiento de Coll de Saig: CLLF-026, CLLF-027, MGBV-10461.

Diagnosis original (HANTKE, 1954)

Wedelab schnitte (?) an der Basis un der mittleren Partie 3 fach (?), weiter oben doppelt fiederteiling. Wedelspitze fiederteiling bis fiederschnitling. Obere Fiederchen länglich, durch \pm weite, runde Buchten voneinander getrennt, von stumpf zugerundet. Rand meist unregelmässig gewellt, oft leicht umgerollt. Sori ranständig. Seitennerven der Fiederchen ziemlich dichtstehend, fast durchwegs ein-, seltener zweimal sich gabelnd und \pm geradlinig oder leicht nach aussen gekrümmt (besonders an der Basis der Fiederchen) nach dem Rand verlaufend.

Untere Fiederchen (?) abermals fiederteiling gespalten, mit Kleinen Seitenläppchen und langem, buchtig-wellingem Endlappen.

Descripción del material

Fragmentos de frondes que se preservan como pinnas oblongas o conjuntos de pínulas sentadas con forma oblonga o subaguda, unidas a restos de raquis, estas pínulas pueden encontrarse unidas entre sí o individualizadas; en algunas ocasiones, hacia el ápice de la pinna las pinnulas se fusionan (MGM-1003M) (en el ejemplar CLLF-027, se observa como en la zona

apical de una pinna ya no se separan las pinnulas, las cuales quedan unidas en una gran pinnula apical); ángulo que forma el eje de la pinna con la pinnula varía al rededor de los 45°; longitud de las pinnulas: 0,5-0,2 cm; anchura de las pinnulas en la zona más basal: 0,25-0,15 cm; ápices redondeados o apuntados; margen liso o algo sinuoso; nerviación pinnada; nervios secundarios con ángulo de divergencia de unos 30°; presencia de 2 ó 3 dicotomías o ramificaciones en los nervios secundarios, éstos terminan en el margen.

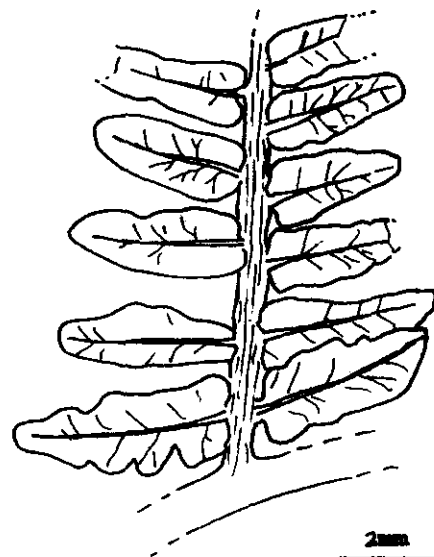


Fig. 6. *Pteridium oeningense*
MGBV-10461

Observaciones

Estos restos fueron descritos por vez primera en el Sarmatiense de Oehningen (Suiza) a partir de impresiones de fragmentos de frondes, como *Pteris oeningensis*. En 1954, HANTKE demostró que estos restos no presentaban ninguna similitud con los del género *Pteris* dada su morfología, atribuyéndolos a *Pteridium*. El tipo de fronde del género *Pteridium* corresponde perfectamente con el de los ejemplares colectados en Oehningen.

En los afloramientos de la Cerdaña aparecen de cuando en cuando fragmentos de pinnulas asignables a esta especie, muy raras veces se han hallado pinnas enteras. Según GRANGEON (1958), *P. oeningense* es muy parecido a *Pteris silvicola* Chaney, del Mioceno Superior de la Cuenca de Crooked River (Oregón, Estados Unidos), el cual había sido comparado con la especie actual *P. aquilinum* (L.) Kuhn in Kersten.

La especie que nos ocupa también presenta una gran semejanza con el helecho del Sarmatiense de Oehningen que HEER (1855) describió como *Aspidium meyeri*. Esta última especie presenta una gran semejanza con el ejemplar **CLLF-026**, y posee las pínulas ligeramente más grandes, libres o algo unidas en la base y algo aserradas en su margen.

Pensamos que la especie descrita es idéntica desde un punto de vista morfológico a *P. aquilinum*, pudiendo haber sido su antepasado.

Distribución estratigráfica y geográfica

-**Sarmatiense.** Oehningen, Suiza (UNGER, 1847).

-**Vallesiense.** la Cerdaña, Lérida, España (ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, 1981).

- Vallesiense.** La Cerdaña, Lérida, España (ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, 1981).
- Pontiense.** Rochessauve y Charay, Ardèche, Francia (GRANGEON, 1958).
- Pannoniense.** Moravská Nová Ves, Moravia, Checoslovaquia (KNOBLOCH, 1969).
- Mioceno Superior.** Wies, Austria (ETTINGSHAUSEN, 1892).

Incertae sedis

MICRORRESTOS

En este apartado incluimos un conjunto de esporas, descritas todas ellas por primera vez en la Cerdaña, que, dadas sus características, no podemos relacionar con ninguna familia del orden Filicales en concreto.

Descripción del material

a) tipo 1 (Lám. II, fig. 2): esporas monoletas; heteropolares; con simetría bilateral; reniformes; transversas en vista lateral; elípticas en vista proximal y distal; L=70,4-45,5 µm; P=29-21,8 µm; espesor del exosporio: 5,45-2,7 µm; superficie verrucada; verrugas grandes de hasta 4,5 µm, a veces el contorno de éstas es ondulado.

Estas esporas son referibles al tipo *Polypodium* L., hallándose siempre en muy pequeño número en todos los afloramientos de la Cerdaña menos en el del torrente de la Bavosa, San Salvador, Oliá y riu de Santa María. Se incluyen dentro del tipo *Polypodium* porque además de este género actual existen otros como: *Histiopteris* (Ag.) J. Sm., *Blechnum* L. y *Lindsaya* Dryand., que presentan esporas semejantes.

Algunos de las esporas estudiadas presentan semejanzas con parte de las esporas incluidas en la especie parataxónica *Polypodisporites favus* (R. Pot.) R. Pot., que según NAGY (1985), aparece en Alemania en el Eoceno de Geistal y del Oligoceno superior al Mioceno Inferior de los carbones del Rin; y, en Hungría, en el Oligoceno superior y durante todo el Neógeno. Según PLANDEROVÁ (1990) también se ha hallado en Alemania, en el Oligoceno superior y en el Mioceno Inferior y Medio; en el Mioceno Medio de la región de Oder; en el Neógeno de Bohemia; y en el Karpatische, Egeriense, Eggeburgiense y Ottangiense inferior de Eslovaquia.

Además se han estudiado esporas relacionables con la especie parataxónica *P. bockwitzensis* (W. Kr.) Nagy, la cual, según NAGY (1985), aparece del Oligoceno superior al Mioceno Inferior en Alemania, y del Oligoceno superior al Mioceno Superior en Hungría.

b) tipo 2 (Lám. II, fig. 7): esporas monoletas; heteropolares; con simetría bilateral; reniformes; transversas en vista lateral; elípticas en vista proximal y distal; $L=46,25-44\ \mu\text{m}$; $P=27,5-25\ \mu\text{m}$; espesor de exosporio $\approx 1\ \mu\text{m}$; sexina \approx nexina; superficie ligeramente verrucada; verrugas de diferente tamaño dispuestas irregularmente sobre la espora.

Este tipo de espora se ha encontrado en los afloramientos del torrente de Vilella, Can Vilella, vertedero de Sampsor, Prats y minas de Sampsor y Sanavastre, siendo relacionable con parte de las esporas incluidas en la especie parataxónica *Polypodysporites favus*.

c) tipo 3 (Lám. II, figs. 5 y 6): esporas monoletas; heteropolares; con simetría bilateral; reniformes; en vista lateral de transversales a elípticas; en vista polar elípticas; $L=53-45,5\ \mu\text{m}$; $B=35,9-30\ \mu\text{m}$; $P=23-18\ \mu\text{m}$; grosor del exosporio $\approx 1\ \mu\text{m}$; no se observa diferenciación en sexina y nexina; superficie psilada.

Esta espora debe relacionarse con el género parataxónico *Laevigatosporites* Ibrahim. Aunque se han hallado en conos paleozoicos de *Mazocarpon* (Scott) Benson y *Sigillariostrobus* (Schimp.) Feistmantel non Geinitz (TRAVERSE, 1988), los ejemplares ceretanos no se han podido comparar con ninguna especie en concreto, hallándose en todos los afloramientos de la Cerdaña excepto en el de Coll de Saig, en algunas ocasiones de forma muy abundante, y otras, puntualmente.

d) tipo 4 (Lám. II, fig. 9): esporas triletas; heteropolares; radialmente simétricas; tetraédricas; no se han observado en vista lateral; $E=56,25\ \mu\text{m}$; grosor del exosporio $\approx 2\ \mu\text{m}$; no se observa diferencia entre sexina y nexina; superficie verrucada; verrugas de hasta $7,5\ \mu\text{m}$ de tamaño.

Este tipo de espora se ha encontrado únicamente en el afloramiento del vertedero de Sampsor, siendo relacionable con el género parataxónico *Converrucosisporites* R. Pot. et Kremp., el cual presenta un amplio rango estratigráfico durante el Cenozoico.

e) tipo 5 (Lám. II, figs. 3 y 4): esporas triletas; heteropolares; radialmente simétricas; tetraédricas; no se han observado en vista lateral; $E=45-41,25\ \mu\text{m}$; en algunas esporas se observa diferenciación entre la vista proximal y la distal, las cuales quedan superpuestas al observar con el M. O., la zona distal se aprecia redondeada o triangular, presentando un diámetro de unas $18\ \mu\text{m}$; grosor del exosporio $\approx 3,75\ \mu\text{m}$; sexina de 2 a 3 veces más gruesa

que la nexina; superficie verrucada más o menos regularmente, apareciendo ejemplares con verrugas aisladas; diámetro de las verrugas: 1,5-7,5 μm .

Este tipo de esporas se ha encontrado en los sedimentos de los afloramientos del camino al Serrat de Nas y en las minas de Sampsor y Sanavastre, siendo relacionable con el género parataxónico *Polypodiaceoisporites* R. Pot. Seguramente en el Mioceno Superior de la Cerdaña existieron por lo menos dos especies distintas con esporas asignables a este paragénero: una de ellas con verrugas muy desarrolladas, y la otra con verrugas dispersas y en número escaso. Este paragénero de esporas se halla tanto en sedimentos cenozoicos como mesozoicos.

f) tipo 6 (Lám. II, fig. 8): esporas triletas; heteropolares; radialmente simétricas; tetraédricas; únicamente se han observado en vista proximal; $E=38,75 \mu\text{m}$; grosor del exosporio $\approx 1 \mu\text{m}$; no existe diferenciación entre sexina y nexina; superficie psilada.

Este tipo de espora se ha hallado en los afloramientos del barranco de Salanca y en la mina de Sampsor, siendo asignable al género parataxónico *Leiotriletes* (Naumara) R. Pot. et Kr. Según TRAVERSE (1988), este tipo de espora pudiera relacionarse tanto con briófitos como con helechos y lycopodios. Las esporas aquí estudiadas quizás pudieran compararse con las del género *Lygodium* Swartz, helecho que habita en la actualidad en regiones tropicales y subtropicales. El registro fósil de *Leiotriletes* se extiende desde el Paleozoico hasta el Plioceno.

División Pinophyta

Orden Cycadales

Familia Cycadaceae Hutchinson, 1924

El primer fósil inequívocamente asignable a la familia Cycadaceae es el megasporófilo de *Primocycas chinensis* Zu & Du, del Pérmico Inferior de China (CRANE, 1988); presenta semejanzas con algunas especies actuales del género *Cycas* L.

Esta familia en la actualidad se encuentra integrada por 10 géneros y unas 100 especies, predominantemente subtropicales, bien distribuidas en México, África del Sur y NE de Australia (CRANE, 1988).

En el Mioceno Superior de la Cerdaña se ha hallado un conjunto de granos de polen que asignamos, con duda, a esta familia.

MICRORRESTOS

cf. Cycadaceae

(Lám. III, fig. 2)

Palinomorfos posiblemente atribuibles a esta familia aparecen de forma puntual en los afloramientos del barranco de Salanca, torrente de Vilella, camino de Balltarga a Bor, camino al Serrat de Nas y en la mina de Sanavastre.

La distintas especies de esta familia presentan polinización anemófila.

Descripción del material

Granos monosulcados; heteropolares; con simetría bilateral; elípticos en vista polar distal; no se han observado en otras posiciones; $E_1=38-41\ \mu\text{m}$; $E_2=23-21\ \mu\text{m}$; sulcos de aproximadamente $4,5\ \mu\text{m}$ de anchura en su zona media, dilatándose en sus extremos donde llegan a tener hasta $8\ \mu\text{m}$ de anchura; exina de $\approx 2\ \mu\text{m}$; sexina=nexina; téctum completo; infratéctum columelado; superficie psilada al M. O.

Orden Pinales

Familia Taxodiaceae Stud, 1924

Probablemente, esta familia tuvo su origen en el Mesozoico temprano. En esta época existieron taxones como *Pararaucaria* Wieland, conos ovulíferos del Jurásico de Argentina (THOMAS & SPICER, 1987), que combinan caracteres de varias familias del orden Pinales, como Pinaceae, Araucariaceae y Taxodiaceae.

A partir del Jurásico Medio, hasta el Cretácico Inferior aparecen en Europa y Norteamérica los géneros *Elatides* Heer emend. Harris y *Elatocladus* Halle (FLORIN, 1963), los cuales son ya relacionables con Taxodiaceae. Estos taxones combinan caracteres de los géneros actuales: *Cryptomeria* D. Don., *Cunninghamia* R. Br. y *Taxodium* Rich., en la estructura y morfología de sus conos y follaje, y *Cryptomeria* y *Sequoia* Endl., en la anatomía de sus leños (MEYEN, 1987). Asimismo, aparecen algunos paragénos dentro de los cuales algunas de sus especies serían relacionables con Taxodiaceae como *Pagiophyllum* Heer, *Sewardiodendron* Florin y *Geinitzia* Endl.

Hoy en día, la familia Taxodiaceae comprende únicamente 10 géneros y 14 especies aunque se encuentra bien representada en regiones con climas subtropicales o húmedo-templados de Norteamérica, Este de Asia y Tasmania (MICHAUX et al., 1979).

En el Mioceno Superior de la Cerdaña se han hallado restos macroscópicos relacionables con el género actual *Glyptostrobus* Endl., y palinomorfos asignables al género *Sciadopitys* Sieb. & Zucc., y a los tipos *Sequoia* y *Taxodium*.

El género *Glyptostrobus* apareció por primera vez en el Cretácico Superior, pudiendo ser Norteamérica su centro de origen (FLORIN, 1963). Parece que durante el Terciario tuvo tres centros de distribución que se encontraban en el Oeste de Norteamérica, Europa Oriental y el Este de Asia. En Europa, el género *Glyptostrobus* aparece por primera vez en el Eoceno, desapareciendo en el Plioceno (FLORIN, 1963). En la actualidad presenta una única especie en China, *G. lineatus* (Poir.) Druce, que es probablemente un taxón relíctico que llegó durante el Plio-Pleistoceno desde el Centro del Este de Asia (FLORIN, 1963).

Los primeros registros del género *Sciadopitys* se han hallado en el Retiense de Suecia, *S. suecia* Florin (GAUSSEN, 1967). Este género se extendió por todo el Hemisferio Norte durante el Mesozoico. Los primeros palinomorfos asignables a *Sciadopitys* provienen del Terciario inferior de Siberia y el Ártico y parecen corroborar que tuvo en el Paleógeno una amplia distribución ártica y subártica, a partir de taxones que se desarrollaron en Europa Central. Según FERGUSON (1967), desapareció de Norteamérica en el Paleógeno y su distribución en Eurasia quedó dividida en dos áreas: Europa y el Asia Oriental. *Sciadopitys* no se extinguió en Europa hasta el Plio-Pleistoceno, quedando hoy en día restringido a Japón (FLORIN, 1963), donde existe una sola especie: *S. verticillata* Sieb. & Zucc. (GAUSSEN, 1967). Ésta habita en zonas montañosas entre 1.000 y 2.000 metros de altura (FLORIN, 1963).

Los tipos polínicos *Sequoia* y *Taxodium* se conocen desde el Mesozoico, pudiéndose relacionar tanto con géneros actuales de Taxodiaceae como con extintos.

Todos los representantes de la familia Taxodiaceae presentan una polinización anemófila.

MICRORRESTOS

Sciadopitys sp.

(Lám. III, fig. 1)

Polen asignable a este género se ha encontrado, por primera vez en la Cerdaña, de forma puntual en los afloramientos del barranco de Salanca, torrente de Vilella y en la mina de Sampsor, siendo relacionable con la especie parataxónica *Sciadopityspollenites serratus* (R.

Pot. & Ven.) Raatz. Esta paraespecie según NAGY (1985) se ha encontrado en el Eggeburgiense, Karpatiense, Badeniense inferior, Sarmatiense y Pannoniense superior de Hungría.

Descripción del material

Granos inaperturados; esféricos; con simetría radial; diámetro: 60-39 μm ; exina de $\approx 3,6 \mu\text{m}$ de espesor; sexina=nexina; téctum completo; infratéctum sin columelas; superficie verrucada y gemada; diámetro de las verrugas: 4-3 μm ; longitud de las gemas $\approx 3 \mu\text{m}$.

Tipo *Sequoia* sp.

(Lám. III, figs 5 y 6)

Se ha hallado, por primera vez en la Cerdaña, polen de este tipo en todos los afloramientos, excepto en los de Coll de Saig, Prats y Oliá. Los palinomorfos ceretanos parecen ser relacionables con la especie parataxónica *Sequoiapollenites polyformosus* Th. ex R. Pot., del Egeriense, Eggeburgiense, Ottnangiense, Badeniense inferior y medio y Sarmatiense de Hungría. Sin embargo, se han encontrado ejemplares de dimensiones menores que quizás puedan relacionarse con la especie parataxónica *S. rotundus* W. Kr. Esta última paraespecie se ha hallado en el Pannoniense inferior y superior, así como en el Mioceno Medio al Plioceno de Alemania (NAGY, 1985).

Descripción del material

Granos inaperturados; esféricos; diámetro: 32,7-26,3 μm ; papilados; longitud de la papila: 8-4,5 μm ; exina de alrededor de 1 μm de espesor; no existe diferenciación entre sexina y nexina al M. O.; téctum completo; superficie psilada.

Tipo *Taxodium* sp.

(Lám. III, figs. 3 y 4)

Palinomorfos de este tipo se han encontrado en todos los afloramientos de la Cerdaña en mayor o menor número menos en los de Oliá y Coll de Saig, siendo referibles a la especie parataxónica *Taxodiaceapollenites hiatus* (R. Pot.) Kremp. Según PLANDEROVÁ (1990) esta paraespecie se ha hallado del Eoceno superior al Mioceno del Oeste de Europa, en el Rupeliense y el Eoceno medio de los Cárpatos, el Pannoniense de Hungría, el Neógeno de

Bohemia y el Mioceno Inferior, Ottanangiense y del Badeniense inferior al Sarmatiense inferior de Eslovaquia.

Este tipo de polen posiblemente pueda relacionarse con los macrorrestos hallados que son asignables al género *Glyptostrobus*.

Descripción del material

Granos inaperturados al M. O. (aunque LIEUX (1980) encuentra un poro en la especie actual *Taxodium distichum* (L.) Rich.); apolares; radialmente simétricos; esféricos o elípticos, aunque usualmente se encuentran hendidos y abiertos por la mitad; diámetro: 45-36 µm; papilados; la papila se encuentra tanto en el interior del grano como en su superficie; longitud de la papila: 7,27-3 µm; exina de alrededor de 1 µm de espesor; sexina=nexina; téctum completo; superficie psilada al M. O.; al M.E.B se observa ligeramente punteada.

MACRORRESTOS

Glyptostrobus europaeus (Brongniart) Heer, 1855

(Fig. 7; Lám. III, figs. 7 y 8; Lám. IV, fig. 1)

- 1833 - *Taxodium europaeum*, BRONGNIART, págs. 168-176.
- * 1855 - *Glyptostrobus europaeus*, HEER, págs. 51-52, lám. XIX, lám. XX, fig. 1.
- 1855 - *Glyptostrobus ungeri*, HEER, pág. 52, lám. XVIII, fig. 1, lám. XXI, fig. 1.
- 1859 - *Glyptostrobus europaeus* var. *ungeri*, HEER, pág. 159, lám. CXLVI, figs. 13-14.
- 1859 - *Glyptostrobus europaeus*, MASSALONGO & SACARABELLI, págs. 152-153, lám. V, fig. 5, lám. XL, fig. 1.
- 1867 - *Glyptostrobus europaeus*, SAPORTA, pág. 49-50.
- 1970-1972 - *Glyptostrobus europaeus*, SCHIMPER, págs. 325-326.
- 1876 - *Glyptostrobus europaeus*, SAPORTA & MARION, págs. 221-224, lám. XXIII, figs. 1-7, lám. XXXVII, fig. 15.
- 1890 - *Glyptostrobus euroaeus*, BOULAY, pág. 25.
- 1891 - *Glyptostrobus europaeus*, ZITTEL, págs. 285-280, fig. 204.
- 1892 - *Glyptostrobus europaeus*, ETTINGSHAUSEN, págs. 70-72, lám. I, figs. 38-41.
- 1903 - *Glyptostrobus euroaeus*, MARTY, págs. 21-22, lám. I, fig. 18.
- 1922 - *Glyptostrobus europaeus* (BRNGT.) HEER (*Glyptostrobus heterophyllus* ENDL.), DEPAPE, págs. 118-120, lám. II, figs. 3-5.
- 1923 - *Glyptostrobus europaeus*, LAURENT & MARTY, págs. 8-9, lám. i, fig. 5.
- 1951 - *Doliosirobus rerollei*, BATALER, pág. 139.
- 1952b - *Glyptostrobus europaeus*, TEIXEIRA, pág. 52, lám. II, figs. 1-2.
- 1954 - *Glyptostrobus europaeus*, HANTKE, págs. 42-43, lám. 1, figs. 15-16.
- 1955 - *Doliosirobus rerollei*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 43-44.
- 1955 - *Taxodium distichum miocenicum*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 46-47, lám. XVII, fig. 1.
- 1958 - *Doliosirobus rerollei*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 136.
- 1958 - *Taxodium distichum miocenicum*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 136.
- 1959 - *Glyptostrobus europaeus*, ANDREÁNSZKY, pág. 52, lám. VIII, figs. 1, 6, lám. IX, fig. 1.
- 1969 - *Glyptostrobus europaeus*, KNOBLOCH, págs. 51, 62-63, lám. XXI, figs. 6-7, lám. XXII, fig. 1, lám. XXIV, figs. 1-2, 5, lám. XXXIV, fig. 4, lám. LVI, fig. 1.
- 1973 - *Glyptostrobus europaeus*, GIVULESCU & OLOS, págs. 12, 34, lám. X, abb. 2-4, lám. XII, abb. 7, lám. XIV, abb. 2, lám. XV, abb. 1, 3, 6, 10.
- 1979 - *Glyptostrobus europaeus*, MÄDLER & STEFFENS, págs. 9, 12-13, 15, lám. 1, figs. 2-4.
- 1981 - *Glyptostrobus europaeus*, VIGÓN, pág. 23, lám. 1, figs. 5-5a.
- 1981 - *Glyptostrobus europaeus*, KNOBLOCH & KVAČEK, pág. 96, lám. I, fig. 6, lám. II, fig. 6, lám. VII, fig. 4.
- 1985 - *Glyptostrobus europaeus*, BŮŽEK et al., pág. 14, lám. 2, figs. 1-9.

1990 - *Glyptostrobus europaeus*, GIVULESCU, págs. 32-33, lám. 25, figs. 1-2, lám. 26, fig. 14, lám. 27, figs. 2-3, lám. 43, fig. 7.

1994 - *Glyptostrobus europaeus*, GIVULESCU & BACIU, págs. 17, 19, lám. 1, figs. 1-2.

Material

Se han estudiado 58 ejemplares en buen estado de conservación, correspondientes a ramas con hojas, preservados como impresiones y compresiones con y sin trazas cuticulares procedentes de los afloramientos de Coll de Saig, torrente de la Bavosa, torrente de Vilella, Bor, Beders, camino de Balltarga a Bor y barranco de Salanca:

MGBG-A-117, MGBV-9448, MGBV-9449, MGBV-9450, MGBV-9451, MGBV-9730, MGBV-9772, MGBV-9852, MGBV-9856, MGBV-11722, MGBV-11732, MGBV-11733, MGBV-11735, MGBV-11736, MGBV-11737, MGSB-40419_{1,2}, MGSB-40453, MGSB-48182, MNCNV-311, MNCNV-713, MNCNV-731, MNCNV-817, MNCNV-818, MNCNV-819, MNCNV-832, MNCNV-857, MNCNV-870, MNCNV-914, MNCNV-960, MNCNV-3548, MNCNV-4797, MNCNV-4798, MNCNV-4799, MNCNV-4800, MNCNV-4801, MNCNV-4802, MNCNV-4803, MNCNV-4804, MNCNV-4805, MNCNV-4806, MNCNV-4807, MNCNV-4808, MNCNV-4809, MNCNV-4810, MNCNV-4811, MNCNV-4812, MNCNV-4818, MNCNV-4820, MNCNV-4821, UCM-BLL-002, UCM-BLL-003, UCM-CBEDERS-31, UCM-CBII-14, UCM-CBII-15, UCM-CCS-40, UCM-CTV-011, UCM-CTV-30, UCM-CTV-34.

Diagnosis original (HEER, 1855)

G. foliis omnibus squamaeformibus, adpressis, basi decurrentibus, ecostatis; strobilis breviter ovalibus, subglobosis, squamis apice semicirculari obtusis, 6-8 crenatis, dorso longitudinaliter sulcatis.

Descripción del material

Fragmentos finales de ramas con hojas aciculares dispuestas de forma helicoidal directamente sobre éstas; acículas con unos 1,6 cm de longitud y 0,1 cm de anchura, recorridas por un nervio medio; en las zonas terminales de algunas ramas, las hojas disminuyen de tamaño, adquiriendo el conjunto un aspecto empizarrado.



Fig. 7. *Glyptostrobus europaeus* MNCNV-4802

Acículas anfiestomáticas (Lám. III, fig. 7; Lám. IV, fig. 1), encontrándose la mayor

densidad estomática en cara adaxial de las acículas; estomas monocíclicos reunidos usualmente en 5-7 filas que recorren toda la longitud de la hoja, aunque ocasionalmente pueden aparecer en una sola fila; los estomas no aparecen situados de forma paralela al eje longitudinal del resto de las células epidérmicas, sino dispuestos de forma transversa formando ángulos de unos 45° con las células epidérmicas, en algunas ocasiones, este ángulo es mucho mayor; tamaño del conjunto de las dos células de guarda y el ostiolo $\approx 25,6-14,4 \mu\text{m}$; células acompañantes en número de 4-5; tamaño de las células acompañantes: $10 \times 26 \mu\text{m}$; pared celular de las células acompañantes más gruesa que la del resto de células $\approx 9 \mu\text{m}$; células epidérmicas usualmente rectangulares; tamaño de las células epidérmicas: $70-34 \times 14-8 \mu\text{m}$; presencia de punteaduras de menos de $1 \mu\text{m}$ de luz; espesor de la pared de las células epidérmicas: $1,5-1 \mu\text{m}$; no existen diferencias de espesor entre las paredes anticlinales y las periclinales; cerca de los estomas las células epidérmicas se redondean perdiendo su forma rectangular, volviéndose más anchas y poligonales con dimensiones de: $36-24 \times 60-22 \mu\text{m}$; estas células presentan en la pared celular el mismo grosor ya descrito.

Se han hallado conos femeninos de forma piriforme (Lám. III, fig. 8) en conexión anatómica con las ramas descritas; longitud: $1,4-1,3 \text{ cm}$; anchura: $1,6-1,2 \text{ cm}$; parece que las escamas tectrices se encuentran dispuestas en una zona central cerca de la inserción del cono y la rama, encontrándose ornamentadas por espínulas o excrecencias.

Observaciones

La especie descrita presentó una amplia distribución en Europa durante el Oligoceno y el Neógeno, siendo común en la mayor parte de las localidades donde se encuentra, seguramente al ser una planta anfibia que habitaba zonas pantanosas. Ha sido citado desde antiguo (HEER, 1868; NEWBERRY, 1898) en el Cretácico Superior y Terciario de América del Norte y regiones árticas. No obstante, estas citas deben ser revisadas ya que estos restos pueden pertenecer tanto a otras especies de *Glyptostrobus*, como a otras taxodiáceas. Parece ser que *G. europaeus* es una especie típica del Neógeno de Eurasia.

G. europaeus presenta una marcada heterofilia, encontrándose ejemplares con hojas empizarradas, ejemplares con hojas aciculares y ejemplares con caracteres mixtos. En los afloramientos de la Cerdaña aparecen normalmente ramillas con hojas aciculares, siendo en este caso este tipo de follaje común al de otras, o a parte del de otras taxodiáceas como pueden ser *Cryptomeria*, *Sequoia* y *Taxodium*.

Nuestros ejemplares recuerdan morfológicamente tanto por sus ramas, como por sus conos, a la especie del Neógeno de Satovča (Bulgaria), *Cryptomeria rhenana* Kilpper. Sin embargo, estudios cuticulares han demostrado que la especie de Bulgaria, a diferencia de la nuestra, presentaba los estomas dispuestos en columnas de 1 o dos filas (PAMALAREV et al., 1991).

Los estudios cuticulares realizados a partir de compresiones de *G. europaeus* tanto por nosotros como por GIVULESCU & OLOS (1973) y BŮŽEK et al. (1985), nos indican una estructura que se asemeja a la de otras especies de taxodiáceas, tanto fósiles, por ejemplo *Sequoia abietina* (Brngt.) Knobl. (PAMALAREV et al. (1991), como actuales (*G. lineatus*, *Cryptomeria japonica* D. Don., *S. sempervirens* Lamb.). Por esta razón, pensamos que el estudio de la cutícula de *G. europaeus* no es concluyente para su determinación. En este caso, sí lo es su marcada heterofilia.

El primero en detectar una taxodiácea en el Mioceno Superior de la Cerdaña fue MARION (1888), quien describió la especie *Doliosstobus rerollei* en base a ramas de *G. europaeus*, que relacionó con las araucariáceas, y, de una escama seminal que podría pertenecer a una pinácea. Obviamente, esta especie no tiene valor taxonómico, siendo sinónima de la que nos ocupa.

Algunos autores como KNOBLOCH (1969), apuntan que *G. europaeus* podría ser en antepasado de la especie actual *G. lineatus*.

Esta es la primera vez que se cita de una forma constatable la especie *G. europaeus* en el Mioceno Superior de la Cerdaña.

Distribución estratigráfica y geográfica

- Egeriense.** Schiltals, Rumanía (GIVULESCU & OLOS, 1973).
- Chatiense.** Muğla-Ören-Alakalise, Turquía (MÄDLER & STEFFENS, 1979).
- Aquitaniense.** Bois d'Asson, Manosque, Francia (SAPORTA, 1867); Kumi, Grecia (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1967); Ribesalbes, Castellón, España (VIGÓN, 1980).
- Mioceno Inferior.** Aliveri, Grecia (GREGOR & VELITZELOS, 1990).
- Burdigaliense.** Bilin, Bohemia, Checoslovaquia (SAPORTA & MARION, 1876); Viena, Austria (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1967).
- Badeniense.** Balta Sărată, Caransebeș, Rumanía (GIVULESCU & BACIU, 1994).
- Helveciense.** Bonn, Alemania; Estiria, Austria (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1967).

- Karpatiense.** Tamsweg, Nedere Tauern, Austria (KNOBLOCH & KVAČEK, 1981).
 - Aragoniense.** Manisa-Soma-Deniş, Çanakkale-Çan-Demirci, Uşak-Ilyasli y Aydin-Şahinali, Turquía (MÄDLER & STEFFENS, 1979).
 - Mioceno Medio/Superior.** Buñol, Valencia, España (ÁLVAREZ RAMIS & DOUBINGER, 1981).
 - Tortoniense.** Bohrung Smolkov, Checoslovaquia (KNOBLOCH, 1969).
 - Sarmatiense.** Oehningen, Suiza (HEER, 1855); Val d'Arno, Toscana, Italia (SAPORTA & MARION, 1876); Gabbro (Monte Livornesi), Italia (ROIRON, 1984); Sály, Mikófalva, Várpalota, Felsotárkány,, Tállya, Balaton y Erdőbénye, Hungría (ANDREÁNSZKY, 1959).
 - Vallesiense.** La Cerdaña, Lérida, España.
 - Pannoniense.** Moravská Nová Ves, Checoslovaquia (KNOBLOCH, 1969); Chiuzbaia, Rumanía (GIVULESCU, 1990).
 - Messiniense.** Senigalia y Carbonara Scrivia, Italia (ROIRON, 1984); Vegora, Grecia (VELITZELOS & GREGOR, 1990).
 - Pontiense.** Joursac, Cantal, Francia (ROIRON, 1984).
 - Mioceno Superior.** Wies, Austria (ETTINGSHAUSEN, 1892); Silesia, Polonia (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1967).
 - Mio-Plioceno.** Falanthi cerca de Koroni, Grecia (GREGOR & VELITZELOS, 1990).
 - Daciense.** Vonšov, Checoslovaquia (BŮŽEK et al., 1985).
 - Plaisanciense.** Reuver, Holanda (LAURENT & MARTY, 1923); Thèziers, Gard, Francia (DEPAPE, 1922); Saint Marcel, Ardèche, Francia (ROIRON, 1984).
 - Astiense.** Vacquiers, Gard, Francia (DEPAPE, 1922); Meximieux, Ain, Francia (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1967).
- Además se encuentra citado en el Plioceno del Valle de Santarém, Portugal (TEIXEIRA, 1952b); Chiuzbaia, Rumanía (GIVULESCU & OLOS, 1973); Skoura, Grecia (GREGOR & VELITZELOS, 1990).
- Plio-Pleistoceno.** Rio Maior, Portugal (PAIS, 1987).

Familia Cupressaceae Stefanoff, 1940-1941

Los restos fósiles de esta familia son difíciles de identificar, dada la gran diversidad de formas existentes. Los primeros registros de conos se remontan al Triásico Inferior de Francia y Estados Unidos (THOMAS & SPICER, 1987). Los restos de ramas han sido

tradicionalmente incluidos en géneros como *Thuites* Sternb., *Cupressinocladus* Watson y géneros actuales. Sin embargo, se ha demostrado que varias especies de *Cupressinocladus* son atribuibles a la familia Cherirolepidiaceae. Algunas especies del Cretácico Superior parecen poder ser ya consideradas como Cupressaceae, por ejemplo, *Cupressinocladus interruptus* (New.) Schweitz. Ésta presenta en las ramas con hojas el mismo patrón de ramificación que *Calocedrus* Kurz, y los conos masculinos como *Chamaecyparis* Spach. (MEYEN, 1987).

Esta familia se encuentra en la actualidad distribuida por ambos Hemisferios, encontrándose integrada por no menos de 22 géneros.

En el Mioceno Superior de la Cerdaña se han encontrado tanto palinomorfos como restos macroscópicos asignables a esta familia. Normalmente, tanto unos como otros son de atribución dudosa, aunque parece que el género *Juniperus* L., habitaba en la región, como lo prueba el hallazgo de ramas con hojas.

De los pocos restos fósiles asignables al género *Juniperus*, que actualmente presenta unas 70 especies que habitan en el Hemisferio Norte, los más antiguos se han colectado en el Paleoceno del Oeste de Groenlandia, en el límite norte de su presente área de distribución (FLORIN, 1963).

MICRORRESTOS

Cupressaceae

(Lám. IV, fig. 2)

Polen asignable a esta familia aparece en mayor o menor proporción en todos los afloramientos de la Cerdaña, siendo identificables con el paragénere *Cupressacites* (Bolchovitina) W. Krutzsch.

Es posible que como Cupressaceae estemos incluyendo palinomorfos de géneros y especies diferentes, pero esta familia presenta granos estenopalinos, por esta razón se agrupan todos a nivel de familia.

Las cupresáceas presentan dispersión anemófila de sus palinomorfos.

Descripción del material

Granos inaperturados, aunque, según BORTENSCHLAGER (1990), se presentan monoporados, nosotros no hemos podido confirmar ésto al M. O.; apolares; con simetría radial; esféricos; diámetro: 39-28 μm ; en muchas ocasiones al encontrarse hendidos por una

fisura, se hallan abiertos por la mitad; exina de aproximadamente 1 μ m de espesor; sexina=nexina; superficie psilada o ligeramente gemada al M. O.

MACRORRESTOS

Juniperus sp.

(Lám. V, fig. 1)

- 1884-1885 - *Juniperus drupaceae* LABILL (*pliocénica*), RÉROLLE, págs. 184-185, lám. III, fig. 6.
1945 - *Juniperus drupaceae* LABILL var. *pliocénica*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 343.
1950 - *Juniperus drupaceae*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 159.
1951 - *Juniperus drupaceae* LABILL var. *pliocénica*, BATALLER, pág. 139.
1955 - *Gimnosperma*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 182, Lám. LII, fig. 2.
1958 - *Juniperus drupaceae*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 136.
1981 - *Juniperus drupaceae*, ÁLVAREZ RAMIS, 556.
1981 - *Juniperus drupaceae*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, págs. 33, 36.

Material

Se han estudiado 4 ejemplares preservados como impresiones de ramas con hojas en buen estado de conservación, procedentes de los afloramientos de Bor y torrente de Vilella: MGM-455M, MNCNV-310, MNCNV-907, MNCNV-4794.

Descripción del material

Fragmentos de ramas con acículas que parecen helicoidalmente dispuestas sobre la rama, sentadas y recorridas por un nervio medio; longitud de las acículas: 1,14-0,83 cm; anchura de las acículas: 0,3-0,1 cm; en las zonas terminales parece haber una acumulación de acículas.

Observaciones

Estamos de acuerdo con MENÉNDEZ AMOR (1955), en relacionar a este tipo de resto foliar con la familia Cupressaceae. Posiblemente también deberíamos relacionar este tipo de resto con los que RÉROLLE (1884-1885) describió como *Juniperus drupaceae* Lab. var. *pliocénica* Rér. Sin embargo, creemos que no es posible asignar estos restos a ninguna especie en concreto, dado su estado de preservación, puesto que se necesitaría para ello un estudio anatómico.

Cupressaceae tipo 1

(Fig. 8; Lám. IV, figs. 3, 4 y 5)

1955 - *Glyptostrobus europaeus*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 47-48, Lám. XVII, fig. 2.

1958 - *Glyptostrobus europaeus*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 136.

Material

Se han estudiado 7 ejemplares preservados como compresiones con la cutícula preservada o como impresiones de ramas con hojas en buen estado de conservación, procedentes de los afloramientos de Beders y Coll de Saig: MNCNV-713, MNCNV-4813, MNCNV-4814, MNCNV-4816, MNCNV-4817, MNCNV-4819, MNCNV-4822.

Descripción del material

Fragmentos de ramas con hojas escuamiformes y empizarradas (Lám. IV, fig. 5); longitud de las ramas muy variable: 4,7-0,86 cm; anchura de las ramas: 0,3-0,2 cm; patrón más o menos dicótomo en el desarrollo de las ramas; ápice de las ramas redondeado; hojas reunidas en verticilos de 3 en 3 (es posible que existiera una cuarta que no se observa en los ejemplares colectados al encontrarse en el lado contrario de la rama), envolviendo dos de ellas, que se destacan al sobresalir por los lados del tallo, a la tercera que se desarrolla debajo de éstas; hojas decurrentes, acuminadas y con nervio medio; las zonas más apicales de las ramas presentan hojas más pequeñas, con el ápice agudo y estrechamente imbricadas las unas con las otras.

Se ha colectado un ejemplar con restos de cutícula preservada, pero aunque se ha

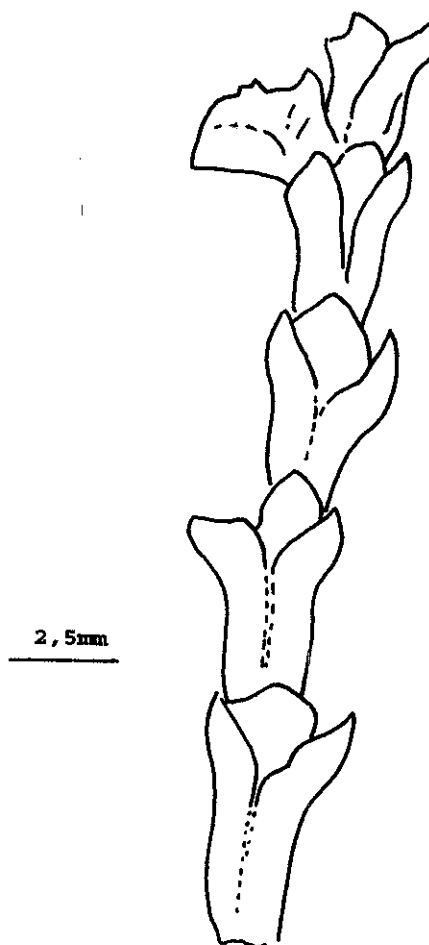


Fig. 8. Cupressaceae tipo 1. MNCNV-713

podido estudiar la cutícula, no ha sido posible saber si estas hojas de este taxon fueron epi, sub o anfiestomáticas.

Estomas monocíclicos hundidos que forman bandas estomáticas (Lám. IV, fig. 3); tamaño aproximado: 19 x 9,6 μm ; presencia de un anillo de 4-6 células acompañantes estrechas, de aproximadamente 4x14-10 μm ; paredes de las células de guarda y de las acompañantes más gruesas que las del resto de las células epidérmicas, con aproximadamente 9 μm de espesor. Las células acompañantes presentan su contorno algo ondulado formando excrecencias, no existiendo diferencias de grosor entre las paredes anticlinales y las periclinales.

Células epidérmicas alargadas, rectangulares, de contornos rectos; paredes celulares gruesas, tanto las anticlinales como las periclinales tienen unos 6 μm de espesor; dimensiones: 100,8-80 x 16-9 μm ; presencia de punteaduras de unas 1,6 μm de luz tanto en las paredes anticlinales como en las periclinales. Alrededor de los estomas las células epidérmicas se acortan llegando a ser cuadrangulares o redondeadas; tamaño aproximado: 35 x 16 μm , o incluso más pequeñas; presencia de punteaduras de alrededor de 1 μm de luz.

Observaciones

Los ejemplares de la Cerdaña fueron relacionados de una forma errónea por MENÉNDEZ AMOR (1955, 1958), con la taxodiácea fósil *Glyptostrobus europaeus*. La cual, como hemos descrito en un apartado anterior, presenta características morfológicas y anatómicas muy diferentes a las de éstos ejemplares.

Desde un punto de vista morfológico, los ejemplares descritos podrían atribuirse a los géneros *Platycladus* Spach., y *Chamaecyparis*. Desgraciadamente, no se han obtenido conos que pudieran indicarnos con cuál de estos dos taxones podrían relacionarse.

Especies fósiles con una morfología muy semejante o idéntica a la de los ejemplares hallados en la Cerdaña son: *Thuiopsis massiliensis* Sap., del Estampiense de Saint-Jean-de-Garguier (SAPORTA, 1865); *Thuja rösslerana* Ludw., del Chatiense de Wetterau (ETTINGSHAUSEN, 1868); *Thuites ehrenswärdi* Heer, del Paleógeno de Sachalin (HEER, 1878); *Hellia salicornioides* Ung., del Mioceno Medio de FASTERHOLT, Dinamarca (FRIIS, 1977); *Thuites* sp. cf. *T. ehrenswärdi* Heer, del Mioceno Superior de Wei-Tch'ang (DEPAPE, 1932); *Chamaecyparis* cf. *pisifera* Sieb. & Zucc., del Plioceno tardío de Nová Ves (BŮŽEK et al., 1985); y *Thuja saviana* Gaud., del Neógeno de Satovča (PAMALAREV et al., 1991).

En cuanto a la epidermis, hemos de destacar, por una parte, que se encuentra fragmentada, por lo que no podemos saber si los estomas se disponían en su haz, en su envés o en ambos lugares. Por otra, la cutícula estudiada presenta características similares a las de los géneros actuales: *Platycladus*, *Chamaecyparis* y *Calocedrus*; así como a las de otras especies fósiles englobadas en los géneros citados, como *Chamaecyparis* cf. *pisifera* Sieb. & Zucc., del Plioceno de Checoslovaquia (BŮŽEK et al., 1985).

En conclusión: en tanto no se encuentren conos femeninos, no podemos inferir qué género de Cupressaceae, con las características descritas, habitó durante el Mioceno Superior en la Cerdaña. Por esta razón, determinamos los restos estudiados como Cupressaceae en nomenclatura abierta. Es la primera vez que se describen este tipo de restos en la Cerdaña como Cupressaceae.

Cupressaceae tipo 2

(Fig. 9; Lám. IV, figs. 6 y 7)

Material

Se han colectado dos tipos de restos de ramas con hojas en excelente estado de conservación en forma de compresiones sin la cutícula preservada, ambos se han colectado en los afloramientos de Coll de Saig (MNCNV-4820) y barranco de Salanca (MNCNV-4814).

Descripción del material

Fragmentos terminales de ramas de distintas longitudes y anchuras (0,37x0,22 cm el ejemplar de Coll de Saig y 3x0,1 cm el del Barranco de Salanca); presentan hojas pequeñas escuamiformes empizarradas, no observándose bien su disposición, pudiera ser que estuvieran dispuestas helicoidalmente alrededor de la rama.

En su zona apical, el ejemplar MNCNV-4820 presenta tres conos masculinos de 0,08 cm de diámetro y 0,11 cm de longitud, apareciendo uno en posición apical y los otros dos en posición lateral; aspecto empizarrado de las escamas del cono.

Observaciones

Estos ejemplares que pudieran ser relacionados con varios géneros de Cupressaceae como *Juniperus* L., *Cupressus* L. y *Chamaecyparis*, no han preservado restos cuticulares, por lo que no podemos realizar ninguna apreciación morfológica acerca de ellos, aunque es

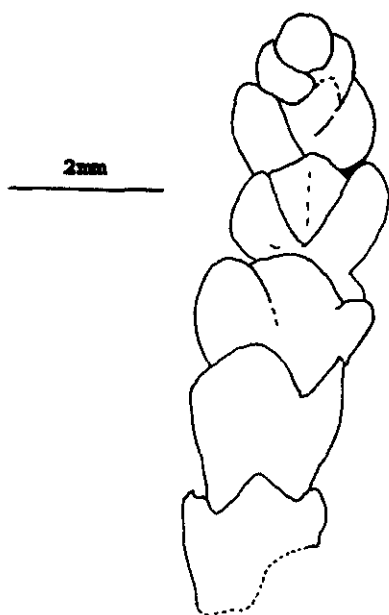


Fig. 9. Cupressaceae tipo 2 MNCNV-4814

posible que, como en el caso anterior, no pudiéramos inferir a partir de la información anatómica a qué géneros deberían ser asignados.

En cuanto a la presencia de conos masculinos, llegamos a la misma conclusión, ya que podemos atribuirlos claramente a la familia Cupressaceae, pero no a ningún género en concreto.

No podemos descartar tampoco que la cupresácea tipo 1 descrita con anterioridad y la que nos ocupa, sean ramas polimórficas de un mismo taxón, ya que varias cupresáceas desarrollan fenómenos de este tipo. Del mismo modo que en el anterior caso, es la primera vez que se describen este tipo de restos en la Cerdaña.

Familia Pinaceae Hutchinson, 1924

Sus primeros registros han sido hallados en el Norte de Carolina (Estados Unidos) y la Formación Pekín (China) de edad triásica. Se trata de conos seminíferos que presentan típicas morfologías seminales y polínicas que se han incluido en el género parataxónico *Compsostrobus* DELEVORYAS & HOPE (DELEVORYAS & HOPE, 1973; THOMAS & SPICER, 1987; TAYLOR & TAYLOR, 1993).

Durante el Mesozoico, las pináceas empezaron a tener importancia en las floras del Globo. A finales del Paleógeno, adquirieron un importante papel como integrantes de la vegetación del Hemisferio Norte (MEYEN, 1987).

Esta familia se encuentra formada en la actualidad por 11 géneros y alrededor de 300 especies que se distribuyen por el Hemisferio Norte, desde la taiga hasta el subtrópico.

En la Depresión Ceretana fueron un componente muy importante de la vegetación, como podemos inferir a causa de la gran cantidad de restos fósiles que se han encontrado en todos los afloramientos de la zona. La presencia masiva de granos de polen atribuibles a pináceas se debe fundamentalmente a que casi todos sus géneros presentan palinomorfos con sacos aéreos. Éstos se forman a causa de un crecimiento de la ectexina del grano (SIVAK, 1975).

Hemos podido detectar la presencia de representantes de los género *Abies* Mill., *Cathaya* Chun & Kuang, *Cedrus* Trew. y *Picea* Dietr. a partir de palinomorfos; habiendo hallado tanto granos de polen como macrorrestos de los géneros *Pinus* L. y *Tsuga* Carr.

El registro fósil de *Abies* parece comenzar en el Cretácico Inferior de la Unión Soviética en donde se han hallado palinomorfos (FERGUSON, 1967). En este mismo país, granos de polen pertenecientes a este género se han encontrado en el tránsito Cretácico/Paleoceno (FERGUSON, 1967). A través del Terciario su registro es continuo, llegando hasta la actualidad.

El género *Abies* presenta hoy en día alrededor de 95 especies que se distribuyen por Norteamérica, Asia Oriental y Central y el área circunmediterránea (GAUSSEN, 1964).

El género *Cathaya* ha sido registrado a partir de palinomorfos en el Oligoceno. Macrorrestos han sido encontrados en los sedimentos neógenos del valle del río Aldan, en el Este de Siberia (FLORIN, 1963). Este género fue recientemente descrito en China, presentando hoy en día una sólo especie (*C. argyrophylla* Chun & Kunag) que habita en las regiones de Kouang-Si y Setchouan (GAUSSEN, 1959).

Los primeros palinomorfos asignables al género *Cedrus* provienen del Jurásico de los Urales (FERGUSON, 1967). Aunque se le han asignado gran cantidad de fósiles en el Mesozoico, parece que los primeros restos macroscópicos verdaderamente asignables a este género provienen del Oligoceno de Siberia Oriental y Central, habiendo sido descritos como *C. lopatini* (Heer) Schimper (GAUSSEN, 1964).

Cedrus presenta en la actualidad únicamente 4 especies que habitan en Chipre, Asia Menor, la cordillera del Atlas y el Himalaya (GAUSSEN, 1964).

Parece que los restos más antiguos conocidos del género *Picea* son palinomorfos del Jurásico de Srednem (Urales) (FERGUSON, 1967); y leños del Cretácico Inferior de Spitzberg, descritos como *Piceoxylon antiquus* Goth. (GAUSSEN, 1966).

El género *Picea* presenta hoy en día alrededor de 40 especies que se distribuyen por zonas templadas y frías del Hemisferio Norte (FLORIN, 1963).

Parece ser que los antepasados del género *Pinus* son especies del paragénero *Pityostrobus* HARRIS, del Jurásico tardío (AXELROD, 1986). Los primeros registros de *Pinus* tal y como se le conoce en la actualidad son conos del Cretácico Inferior de Bélgica, descritos como *P. belgica* Alvin (THOMAS & SPICER, 1987; TAYLOR & TAYLOR, 1993)

En el conjunto de Pinaceae, *Pinus* es el género que en la actualidad posee mayor

número de especies. Según los autores consultados presentaría entre 90 y 122 (GAUSSEN, 1960; FLORIN, 1963). Se distribuye por Europa, Asia, Norte de África y Norteamérica.

Finalmente, el registro más antiguo del género *Tsuga* proviene del Eoceno de la provincia marítima de Siberia (FLORIN, 1963; GAUSSEN, 1966). Éste género presenta actualmente 10 especies que habitan en Norteamérica y Asia Oriental.

MICRORRESTOS

Abies sp.

(Lám. V, fig. 2)

Polen asignable al género *Abies* aparece en mayor o menor proporción, en algunos casos puntualmente, en todos los afloramientos de la Cerdaña, siendo referible al paragénero *Abiespollenites* Thiery.

Descripción del material

Granos bisacados; analeptomados; heteropolares; con simetría bilateral; en visión lateral: cuerpo plano-convexo y sacos aéreos de circulares a elípticos; en vista distal y proximal: cuerpo de circular a elíptico y sacos aéreos más o menos elípticos.

En vista lateral: longitud del cuerpo= 114-107 μm ; altura del cuerpo= 64-78 μm ; espesor de la exina del cuerpo= 6-4 μm ; altura de los sacos aéreos: 50-40 μm ; anchura de los sacos aéreos: 48-90 μm ; anchura de los alveolos: 10-8 μm .

En vista distal: longitud de los sacos aéreos= 72,4 μm ; anchura de los alveolos= 6 μm .

En vista proximal: anchura del cuerpo= 88 μm ; anchura de la exina= 6 μm .

Sexina aproximadamente 3 veces más gruesa que la nexina; téctum completo; infratéctum columelado; al M. O. los sacos aéreos presentan un retículo con celdillas o alveolos poligonales o casi, siendo estas estructuras internas; superficie del cuerpo y los sacos al M. E. más o menos psilada o ligeramente granulada.

Observaciones

Algunos de los granos de polen colectados presentan semejanzas con la especie *Abiespollenites maximus* W. Kr., descrita en el Eggenburgiense, Sarmatiense y Pannoniense de Hungría por NAGY (1985).

***Cathaya* sp.**

(Lám. V, fig. 3)

Aparece de forma más o menos abundante en todos los afloramientos de la Cerdaña, siendo la mayor parte de los granos de polen identificables con la especie fósil *Cathaya gaussenii* Sivak. Esta especie se ha encontrado en el Oligo-Mioceno de Escornebeau, Francia (SIVAK, 1976); y en el Egeriense, Badeniense y Karpatiense de Hungría (NAGY, 1985). Según SIVAK (1976), estos granos de polen son muy parecidos a los de la especie actual *C. argyrophylla*, pero difieren de ésta por los elementos de la exina que al M. O. presentan un aspecto de red. PLANDEROVÁ (1990) describe el género parataxónico *Cathayapollenites* (Chung & Kuang) Planderová, incluyendo en éste a todas las especies fósiles descritas a partir de palinomorfos.

Para la descripción de este tipo de palinomorfo tendremos en cuenta el esquema de medidas propuesto por SIVAK (1976) para el género, ya que únicamente hemos podido atribuir a éste granos de polen que se hallaban en vista distal o proximal, pues su punto de equilibrio debe ser el mencionado.

Descripción del material

Granos bisacados; analeptomados; heteropolares; con simetría bilateral; en vista proximal se observa un cuerpo más o menos esférico con dos sacos aéreos, que en conjunto superan en tamaño al cuerpo; en vista distal se observan dos sacos aéreos con forma de semicírculo dejando libre una estrecha banda entre ellos correspondiente a la zona germinal.

Medidas: longitud del cuerpo= 51-39 μm ; anchura del cuerpo= 45-28 μm ; longitud total del grano= 89-72 μm ; longitud de los sacos aéreos= 56-42 μm ; altura de los alveolos= 3,5-2,5 μm ; exina del cuerpo= 4-3 μm :

Sexina 3-4 veces más gruesa que la nexina; téctum completo; infratéctum columelado; sacos aéreos reticulados con alveolos más o menos poligonales; superficie más o menos psilada al M. E. B.

***Cedrus* sp.**

(Lám. V, fig. 5)

Granos de polen asignables a este género aparecen por vez primera en la Cerdaña, de forma poco abundante o puntualmente en todos los afloramientos estudiados, menos en el de

la carretera de Bellver de Cerdanya a Pi, siendo referible al paragénero *Cedripites* Wodehause.

Descripción del material

Granos bisacados; analeptomados; heteropolares; con simetría bilateral; en vista lateral: cuerpo de esférico a planoconvexo y sacos aéreos esféricos; en vista proximal y distal: cuerpo más o menos esférico, no se han observado nunca sacos aéreos en vista proximal o distal, únicamente cuerpos sueltos.

En vista lateral: longitud del cuerpo= 75-69 μm ; altura del cuerpo= 68-45,5 μm ; espesor de la exina del cuerpo= 12-5,5 μm ; altura de los sacos aéreos= 77-47 μm ; anchura de los sacos aéreos= 64,5-27 μm ; anchura de los alveolos= 6,3-3,6 μm ;

En vista proximal y distal: anchura del cuerpo: 77-65,5 μm ; anchura de la exina del cuerpo= 7-4 μm .

Exina del cuerpo muy gruesa, formando crestas irregulares; sexina hasta 6 veces más gruesa que la nexina; téctum completo; infratécum columelado; sacos aéreos formados por la ectexina, de aspecto reticulado con alveolos más o menos poligonales en el interior; superficie de los sacos más o menos psilada al M. E. B.; cuerpo rugulado de forma irregular al M. O.

Observaciones

Tras revisar el trabajo de AYTUG (1961), donde se efectúa un estudio morfométrico de los granos de polen de las diferentes especies actuales del género *Cedrus*, podemos afirmar que los palinomorfos de la Cerdaña presentan un tamaño mayor que los de las especies actuales.

***Picea* sp.**

(Lám. V, fig. 4)

Palinomorfos atribuibles a este género se han hallado de forma poco abundante en todos los afloramientos de la Cerdaña (por vez primera), salvo en el del Riu de Santa María y en Oliá 2. Este tipo de polen es identificable con el género parataxónico *Piceapollenites* Thiery.

Descripción del material

Granos bisacados; analeptomados; heteropolares; con simetría bilateral; en vista lateral: cuerpo plano-convexo y sacos aéreos semiesféricos que no sobresalen del cuerpo, continuándose con éste; en vista proximal y distal: cuerpo de esférico a elíptico.

En vista lateral: longitud del cuerpo= 112-99 μm ; altura del cuerpo= 57-54 μm ; espesor de la exina del cuerpo= 4-3,5 μm ; altura de los sacos aéreos= 46-40 μm ; anchura de los sacos aéreos= 67-64 μm ; anchura de los alveolos= 3 μm .

En vista distal: longitud de los sacos aéreos= 42 μm ; anchura de los alveolos= 1 μm .

En vista proximal: anchura del cuerpo= 107 μm ; espesor de la exina= 3,5 μm .

Sexina 3-4 veces más gruesa que la nexina; téctum completo; infratéctum columelado; sacos aéreos pequeños y pegados al cuerpo; alveolos pequeños; superficie de los sacos psilada y cuerpo granulado al M. E. B.

Observaciones

Los granos de *Picea* hallados en los sedimentos miocenos de la Cerdaña pudieran ser asignados tanto a *Piceapollenites alatus* (R. Pot.) Thierg., como a *P. neogenicus* Nagy, que aparecen en Hungría del Oligoceno Superior al Pannoniense. Según NAGY (1985), la primera paraespecie presenta un espesor de exina de 5 μm , y la segunda de 2,5-2 μm . Nuestros ejemplares desarrollan unos grosores de exina de 4-3,5 μm , intermedios entre los de las dos paraespecies, por lo que no podemos asignar los palinomorfos ceretanos a ninguna paraespecie de las citadas en concreto.

***Pinus* sp.**

(Lám. VI, figs. 3 y 8; Lám. XXXIX, figs. 1 y 2)

Para el estudio taxonómico de este género se da importancia al número de haces vasculares incluidos en el cilindro central de las acículas (RUIZ DE LA TORRE, 1979). Los pinos con un solo haz se denominan monostéllicos, y diplostéllicos los que presentan dos. Estos dos grupos de *Pinus* se diferencian también por la morfología de sus palinomorfos. Así, las especies del género *Pinus* se han agrupado tradicionalmente en dos tipos polínicos:

1- *Pinus* tipo haplostéllico: en este tipo se incluyen granos de polen cuyos flotadores son más grandes que el cuerpo.

2- *Pinus* tipo diplostéllico: presentan por lo general la longitud de los flotadores menor

que la anchura del cuerpo.

SIVAK & RAZ (1976) expresan que los granos de polen determinados como tipo haplostélico no corresponden obligatoriamente a éste. En lugar de tener en cuenta el tamaño de los flotadores con respecto al cuerpo, se debe contemplar, para distinguir estos dos grupos, la existencia o no de granulaciones en la zona germinal de los palinomorfos.

Así, según SIVAK & RAZ (1976), los granos de polen producidos por pinos haplostélicos son los que presentan gránulos internos sobre la zona germinal; y diplostélicos, los que presentan la cara interna de la zona germinal lisa. Estos gránulos se observan como reticulaciones al M. O., debiéndose estudiar bajo el objetivo de inmersión.

Granos de polen asignables al género *Pinus* se han hallado en todos los afloramientos de la Cerdaña, usualmente, de forma muy abundante. Su atribución a un tipo u otro nos resulta complicada, ya que por una parte se observan granulaciones muy patentes en la zona germinal de palinomorfos que, por el tamaño de sus flotadores, se relacionarían de manera tradicional con los pinos diplostélicos. Y, por el contrario, granos que incluiríamos por el gran tamaño de sus flotadores en el tipo haplostélico no presentan gránulos en la zona germinal, si bien esto pudiera ser debido a una degradación del palinomorfo durante el proceso de fosilización o durante la confección de las preparaciones polínicas de esta memoria.

Por otra parte se han encontrado ejemplares de características morfológicas intermedias y granos cuya posición no nos permite observar claramente sus caracteres, por lo que no hemos conseguido determinar su relación con uno u otro tipo polínico.

También queremos poner de manifiesto que hay que ser cautos al analizar las conclusiones ambientales que podamos obtener a partir de la información que nos faciliten los granos atribuibles al género *Pinus*, ya que muchas de sus especies explotan nichos ecológicos muy distintos, presentando palinomorfos idénticos.

Para concluir, dado el problema que encontramos para asignar los palinomorfos estudiados a un tipo u otro, y dado que la adscripción de éstos a un tipo determinado no resulta de mucha utilidad en la reconstrucción del ambiente mioceno, hemos optado por describir los granos asignables al género *Pinus* en conjunto, considerándolos simultáneamente en los contajes polínicos.

Descripción del material

Granos bisacados; analeptomados; heteropolares; con simetría bilateral; en visión

lateral: cuerpo plano-convexo y sacos aéreos casi circulares; en visión circular y distal: cuerpo de circular a elíptico y flotadores elípticos.

En vista lateral: longitud del cuerpo= 90-64 μm ; altura del cuerpo: 52,5-31,25 μm ; espesor de la exina del cuerpo= 3-1,25 μm ; altura de los sacos aéreos: 44-31 μm ; anchura de los sacos aéreos: 67-30 μm ; anchura de los alveolos: 6-3 μm .

En vista distal: anchura del cuerpo: 75-49 μm ; espesor de la exina: 4-2,5 μm .

En vista distal: longitud de flotadores: 69-46 μm ; anchura de los alveolos: 6-4 μm .

Sexina aproximadamente 2-3 veces más gruesa que la nexina; téctum completo; infratécum columelado; cuerpo de aspecto reticulado al M. O., retícula interna; al M. E. B. cuerpo granulado (Lám. VI, fig. 8b); superficie de los flotadores reticulada al M. O. y psilada al M. E. B. (Lám. XXXIX, fig. 2); sacos aéreos con retículo interno; alveolos poligonales.

Observaciones

Los palinomorfos estudiados son relacionables con las especies parataxónicas *Pinuspollenites labdacus* R. Pot., y *P. latisaccatus* (Trev.) Nagy. Según NAGY (1985), la primera paraespecie aparece durante todo el Neógeno en Hungría, en el Mioceno Medio de Polonia, y en el Mioceno Medio y Superior de Alemania; la segunda paraespecie se ha hallado del Egeriense al Pannoniense de Hungría y en el Mioceno Superior de Toscana (Italia).

A nuestro modo de ver, estas dos paraespecies solamente se diferencian en sus medidas, siendo la primera más pequeña que la segunda, por lo que quizás debieran considerarse como una única especie.

Hemos encontrado algunas formas con la exina del cuerpo central con una morfología irregular que asemejan al M. O. crestas o verrugas, siendo relacionables con *P. verrucatus* (Trev.) Nagy, que se encuentra en los sedimentos miocenos del Egeriense al Pannoniense en Hungría.

Creemos posible que la existencia de todas estas especies parataxónicas pueda ser debida a un fenómeno de polimorfismo en los granos del género *Pinus*.

***Tsuga* sp.**

(Lám. VII, figs. 1 y 2)

Granos asignables a esta especie se han encontrado de forma puntual en los

afloramientos de Beders, camino de Balltarga a Bor, carretera de Bellver de Cerdanya a Pí, riu de Santa María, vertedero de Sampsor, barranco de Salanca y mina de Sanavastre; apareciendo de forma relativamente abundante en la mina de Sampsor. Parece que los granos hallados en el Mioceno Superior de la Cerdaña son relacionables con la especie actual *T. canadensis* (L.) Carr., ya que no presentan espinas en el opérculo, si bien, los granos ceretanos presentan un tamaño mucho mayor. También parecen relacionables con las especies parataxónicas: *Tsugaepollenites rueterbergensis* (W. R.) Nagy, del Pannoniense del sur de Hungría y el Plioceno de Alemania; y *T. maximus* (Raatz) Nagy, del Eggeburgiense, Badeniense superior y Pannoniense Superior de Hungría y el Mioceno Medio de Alemania. Según NAGY (1985) el registro estratigráfico de esta última paraespecie va del Oligoceno Medio al Mioceno.

Descripción del material

Granos inaperturados; con simetría bilateral; heteropolares; elípticos en vista lateral; más o menos redondeados en vista proximal y distal; la exina se ensancha hacia la zona distal formando una especie de reborde.

En vista lateral: espesor de la exina \approx 5-6 μm ; no se ha observado nunca el opérculo, por lo que no podemos saber su espesor; altura del grano: 45-40 μm .

En vista distal: diámetro externo del grano: 114,5-86 μm ; diámetro del opérculo \approx 68 μm ; anchura del reborde de exina \approx 13,5 μm .

En vista proximal: diámetro de la exina: 72-62 μm ; diámetro interno del grano: 63,5-45,5 μm ; espesor de la exina: 8-3,6 μm .

Sexina hasta 5 veces más gruesa que la nexina; téctum completo; infratéctum columelado; superficie granulada-ondulada; al M. E. B. se observan grandes verrugas de aspecto irregular (Lám. VII, fig. 2a).

Pinaceae indet.

En este apartado hemos reunido un conjunto de granos de polen asignables a la familia Pinaceae que no hemos podido atribuir a ningún género en particular debido a su morfología aberrante, es decir, que no presentan las características propias de los géneros de pináceas descritos. Estos tipos de palinomorfos aparecen de forma poco frecuente o puntual en todos los afloramientos de la Cerdaña menos en Oliá. Hemos podido distinguir cuatro morfologías

diferentes:

Descripción del material

a) tipo 1: granos bisacados, con los sacos aéreos de mayor diámetro que el cuerpo, el cual presenta una gruesa exina y estriaciones más o menos radiales en su superficie.

Este tipo ha sido relacionado por varios autores (PONS, 1964; NAGY, 1985) con el género *Podocarpus* L'Herit., ya que presenta palinomorfos similares a los descritos. Sin embargo, cuando se realizan preparaciones acetolizadas de ejemplares de especies actuales de *Pinus* es usual encontrar este tipo de granos entre palinomorfos normales.

Por su parte, el género *Podocarpus* en la actualidad se desarrolla en el Hemisferio Sur, aunque durante el Mesozoico también habitó en el Hemisferio Norte, extinguiéndose de esta región durante el Terciario. Por esta razón, los palinomorfos descritos son con seguridad granos de morfología aberrante de *Pinus* y tal vez *Cathaya* y no palinomorfos del género *Podocarpus*. Además, SIVAK (1975), expone que la estructura de los alveolos de los sacos aéreos de este tipo de polen no presenta ninguna semejanza con los de *Podocarpus*.

b) tipo 2: granos bisacados con uno de los sacos aéreos mucho más desarrollado que el otro. El saco mayor sobresale por debajo del cuerpo en vista distal.

Posiblemente este tipo de polen pudiera relacionarse con *Cathaya*.

c) tipo 3: granos con los dos sacos aéreos fusionados, o con uno sólo que rodea a todo el cuerpo; en vista distal el contorno de todo el grano es más o menos elíptico o circular; el saco puede encontrarse ondulado.

Pensamos que este tipo de polen quizás pudiera relacionarse con el género *Pinus*.

d) tipo 4: granos trisacados; sacos dispuestos de forma más o menos simétrica asemejando una especie de triángulo con los ápices redondeados. El conjunto presenta más de 100 µm de longitud.

Quizás estos granos debieran relacionarse con los géneros *Abies* y *Pinus*, aunque SIVAK (1975), dice que la presencia de 3 ó 4 sacos aéreos es poco frecuente en las abietáceas, siendo usual en *Picea* y *Keteleeria* Carr.

MACRORRESTOS

aff. *Abies* sp.

(Fig. 10; Lám. VI, fig. 4)

1884-1885 - *Abies saportana*, RÉROLLE, págs. 182-184, lám. III, fig. 4.
1955 - *Abies saportana*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 44, Lám. XVI, fig. 5.

Material

Se han estudiado 23 ejemplares de semillas, colectados como impresiones y compresiones en buen estado de conservación, procedentes de los afloramientos de Coll de Saig, camino de Balltarga a Bor, San Salvador y barranco de Salanca:

MGM-318M, MGBV-9780, MGBV-9793, MGBV-9794, MGSB-40222, MGSB-40456, MGSB-48166_{1,2}, MNCNV-309, MNCNV-3093, MNCNV-4316, MNCNV-4768, MNCNV-4769, MNCNV-4770, MNCNV-4775, MNCNV-4777, MNCNV-4778, MNCNV-4780, MNCNV-4781, MNCNV-4824, MNCNV-4825, MNCNV-4826, MNCNV-4827.

Descripción del material

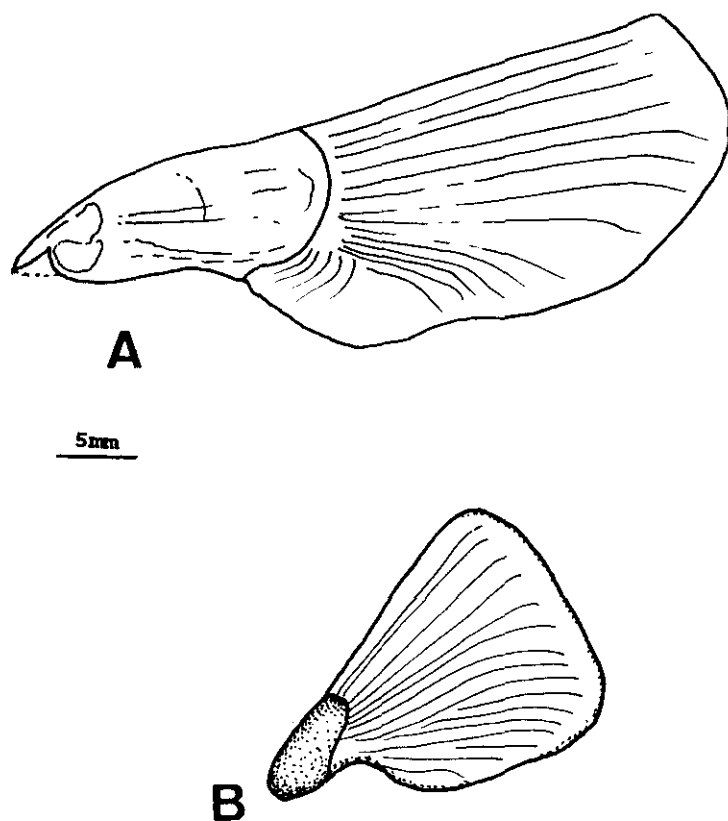


Fig. 10. aff *Abies* sp.:
A- MNCNV-3093
B- MNCNV-4770

Piñones alados, adnados; longitud≈ 2,6-0,47 cm; semilla alargada, adelgazada en su ápice, a menudo presenta pliegues a causa de los procesos de fosilización sufridos; longitud de la semilla: 0,95-0,2 cm; anchura de la semilla: 0,48-0,2 cm; ala con forma trapezoidal o flabeliforme que envuelve en parte o casi totalmente a la semilla, presentando en su extremo una anchura de 1,46-0,6 cm; longitud del ala: 1,65-0,44 cm; presencia de estrías que nacen en la zona de contacto con la semilla y siguen un curso paralelo recorriendo toda la superficie del ala y curvándose en la zona final; gran densidad de estriaciones en la zona de

contacto con la semilla, la densidad se hace menor sobre el ala.

Observaciones

Ejemplares muy parecidos a los ceretanos, han sido colectados y descritos en el Pontienne de Joursac como *A. ramesi* Sap. (MARTY, 1903); en el Pontienne de Rochessaue como *Cedrus vivarensis* Boul.; en el Pontienne de Rochessaue como *A. cephalonica* Loud., y *Abies* sp. (GRANGEON, 1958); y en en el Plioceno de Mont Dôré como *Picea*? (BOULAY, 1892).

Algunos autores como PAMALAREV (1989), opinan que la especie descrita por RÉROLLE (1884-1885), *A. saportana*, sería la antepasada de *A. pinsapo* Boiss., y *A. cephalonica*; sin embargo, a nuestro juicio, estos restos podrían también ser relacionados con el género *Cedrus*, el cual se encuentra representado en los afloramientos de la Cerdaña a partir de palinomorfos. Por esta razón nominamos los ejemplares estudiados como aff. *Abies* sp.

aff. *Cedrus* sp.

(Fig. 11; Lám. VII, fig. 5)

1955- *Abies saportana*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 44-45, Lám. XVI, fig. 3.

Material

Se han estudiado 9 ejemplares correspondientes a conos masculinos en forma de impresión con un excelente estado de conservación. Los especímenes que a continuación mencionamos se colectaron en Coll de Saig, Beders y barranco de Salanca:

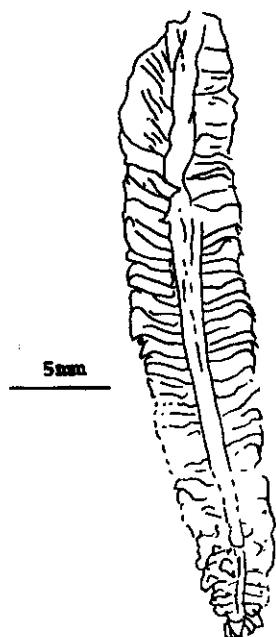
MGBV-11724, MGBV-11725, MGSB-48162, MGM-182M, MNCNV-714, MNCNV-4350, MNCNV-4376, MNCNV-4744, MNCNV-4746.

Descripción del material

Conos masculinos, sésiles; longitud: 2,8-1,04 cm; anchura: 0,5-0,3 cm; forma alargada, cilíndrica, más estrecha en su zona apical; presentan un eje central que les recorre longitudinalmente, de donde sale un conjunto de escamas seguramente en disposición helicoidal (ésto último no se puede asegurar), imbricadas unas con otras curvándose en su parte más alejada del eje central; entre ellas existen espacios en donde se desarrollaron los sacos polínicos.

Observaciones

Este tipo de resto es reseñable desde un punto de vista tafonómico, ya que cuando se colectaron los conos masculinos se encontraban abiertos longitudinalmente en dos mitades, pudiéndose observar la disposición de las escamas.



Este tipo de cono es usual en el género *Cedrus*, aunque también es posible que lo desarrollaran otras Pinaceae como *Abies*, *Cathaya* y *Picea*. Por esta razón, nombramos los ejemplares colectados como aff. *Cedrus* sp. Es la primera vez que se cita este taxón en la Cerdaña a partir de macrorrestos.

Pinus sp.

(Lám. VI, fig. 1)

1955 - *Pinus paloestrobis*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 45-46, Lám. XVI, fig. 1.

Material

Se han estudiado 39 ejemplares correspondientes a acículas procedentes de los afloramientos de Beders, camino de Balltarga a Bor, Coll de Saig y barranco de Salanca, en forma de impresiones y compresiones sin la cutícula preservada en buen estado de conservación:

MGBG-A-13, MGBG-A-70, MGBG-A-74, MGBG-A-116, MGBG-A-154, MGBG-A-159, MGBG-A-224, MGBG-A-226, MGBV-9464, MGBV-9686, MGBV-9761, MGBV-10569, MGBV-11723, MGSB-21773, MGSB-31372₁₋₇, MGSB-31375, MGSB-40419₁₋₃, MGSB-48179, MNCNV-314, MNCNV-683, MNCNV-963, MNCN-2545, MNCNV-3090, MNCNV-3579, MNCNV-3640, MNCNV-4758, MNCNV-4759, MNCNV-4760, MNCNV-4762, MNCNV-4763, MNCNV-4764.

Descripción del material

Hojas aciculares reunidas en número de 5 a 3 en braquiblastos; longitud: 7,1-5,5 cm; anchura ≈ 0,1 cm; 5-3 acículas reunidas en braquiblastos de forma rectangular con longitud: 0,3 cm y anchura: 0,2 cm. No obstante, parece que también hay ejemplares con dos acículas por braquiblasto (MNCNV-314).

El ejemplar MNCNV-314 es una rama terminal donde se observa una yema de 3,7 cm de longitud y 0,6 cm de anchura, sobre ésta se desarrollan las acículas.

Observaciones

La especie *P. palaeostrobus* fue citada en el Mioceno Superior de la Cerdaña por MENÉNDEZ AMOR (1955), a partir de acículas y un cono (éste último erróneamente asignado a esta especie). *P. palaeostrobus* fue descrito por HEER (1855) en el Mioceno de Suiza, y más tarde por SAPORTA (1865), en el Oligoceno Superior francés, a partir de acículas reunidas en grupos de 4 ó 5 por braquiblasto. Estos autores no realizaron estudios cuticulares, describiendo únicamente la morfología de las acículas y llegando a la conclusión de que este pino terciario era el antepasado de la especie actual *P. strobus* L., nativa del Este de Norteamérica.

Un caso parecido es el que nos muestran MÄDLER & STEFFENS (1979) en el Aragoniense de Turquía, al citar un conjunto de acículas reunidas en grupos de 5 por cada braquiblasto, como *Pinus* sp. sect. *strobus*.

Nosotros no podemos refutar estas opiniones, pero la carencia de estudios cuticulares y de otros restos como conos masculinos y femeninos y leños en los afloramientos estudiados nos hacen ser cautos al relacionar estas acículas con una u otra especie actual. Por ejemplo, existen otras especies fósiles de pinos que presentan las acículas reunidas en braquiblastos en igual número y misma morfología que *P. palaeostrobus* y *P. strobus*, como *P. coloradensis* Knowl., del Oligoceno superior de Creede (Colorado, Estados Unidos) que, sin embargo, se encuentra relacionado filogenéticamente con la especie actual *P. chihuahuana* Engel., de México (AXELROD, 1987). Del mismo modo, hay en la actualidad otros pinos, como *P. wallichiana* A. B. Jacks, del Himalaya, que presentan 5 acículas por braquiblasto, indistinguibles del de las especies anteriormente mencionadas.

Conjuntos de 3-4 acículas se han hallado en el Chatiense de Bonnieux (Francia), Pontiense de Joursac y Senigalia, Pannoniense de Austria y Plioceno del Valle del Ródano (MASSALONGO & SACARABELLI, 1859; SAPORTA, 1867; MARTY, 1903; KLAUS, 1982), en donde se han descrito distintas especies, debiendo remarcar que, salvo excepciones, nos encontramos en el mismo caso ya explicado sobre los pinos de 5 acículas por braquiblasto.

Es posible que en la Cerdaña los grupos de tres acículas pertenecieran a una especie diferente a la de los grupos de cinco. También podría haber ocurrido que a causa de los procesos de fosilización se hubieran perdido acículas y que sólo existiera una especie.

Para concluir, considerando los fósiles colectados, por el momento no podemos saber

cuantas especies de *Pinus* habitaron durante el Mioceno Superior la Cerdaña, debiendo esperar a que se colecten más restos y que, en el caso de que éstos sean acículas, presenten la cutícula preservada, ya que basandonos en las morfologías de las acículas y número de éstas por braquiblasto, no podemos inferir la presencia de una u otra especie de pino en la Cerdaña, y menos, establecer relaciones filogenéticas. Por estas razones, consideramos las acículas estudiadas como pertenecientes a *Pinus* sp.

***Pinus* sp.**

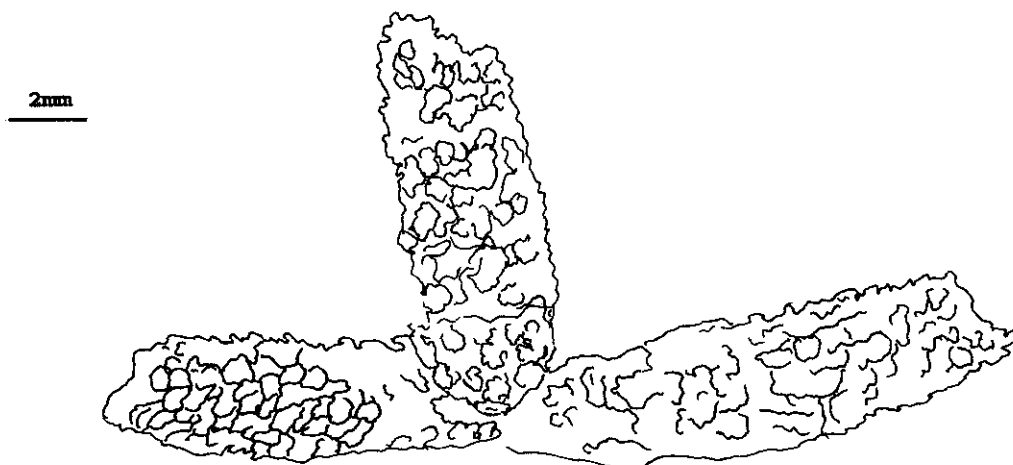
(Fig. 12; Lám. VI, fig. 5)

Material

Se han estudiado dos conjuntos de conos masculinos preservados como compresiones carbonificadas en excelente estado de conservación, procedentes de los afloramientos de camino de Balltarga a Bor y San Salvador: MNCNV-4750, MNCNV-4756.

Descripción del material

Conos masculinos alargados, sésiles; longitud: 1,33-0,94 cm; anchura: 0,5-0,3 cm; solitarios o en grupos de tres; constituidos por escamas, en toda su longitud y perímetro, que quizás pudieran haber sido peltadas y son cuadrangulares, poligonales o circulares que debieron orientarse hacia el ápice; no se observa si su disposición era helicoidal.



Pinus sp. MNCNV-4750

Observaciones

Este tipo de cono puede relacionarse con el género *Pinus*, aunque es imposible por el momento relacionarlo con una u otra especie en particular. Es la primera vez que en la Cerdaña se cita este género a partir de inflorescencias masculinas.

Pinus sp.

(Fig. 13; Lám. VI, fig. 6)

Material

Solamente se ha estudiado un ejemplar correspondiente a una escama de un cono femenino, procedente del torrente de Vilella el cual aparece como impresión en un estado regular de conservación: MNCNV-4757.

Descripción del material

Escama tectriz espatulada; longitud: 1,78 cm; anchura en el extremo distal: 1,37 cm; anchura en la zona proximal: 0,75 cm; la zona de inserción con el eje del cono presenta un pedúnculo, de longitud: 0,24 cm y anchura: 0,35 cm, que parece truncado; el pedúnculo se continúa en una cicatriz que se desarrolla de forma perpendicular al eje de simetría de la escama y que es el resultado de la inserción de la escama seminal; la escama presenta simetría bilateral, encontrándose en sus dos mitades recorrida por las dos impresiones de los piñones que se formaron sobre ella, destacándose la semilla y el ala de éstos; zona apical de la escama redondeada, no presentando ornamentación.

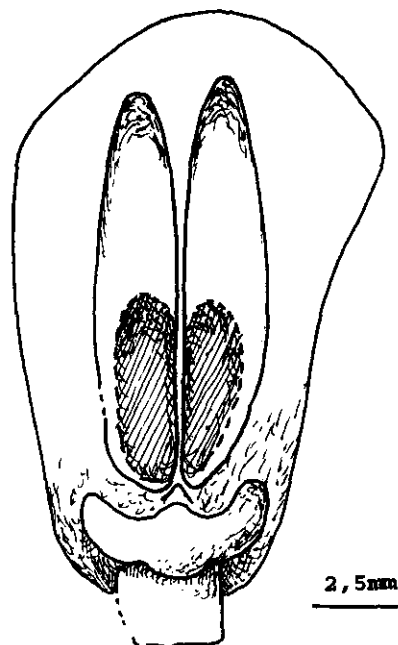


Fig. 13. *Pinus* sp. MNCNV-4757

Observaciones

La escama estudiada quizás pudiera relacionarse con las especies fósiles: *P. o'donelli*, descrita por TEIXEIRA (1947c) en el Mioceno de Lisboa (Portugal), y *P. canariensis* Sweet ex Spreng. subsp. *fossilis* Klaus, descrita por KLAUS (1982) en el Pannoniense de Guntramsdorf (Austria). Sin embargo,

nuestro ejemplar es de tamaño mucho menor que las escamas de la primera especie, y, en cuanto a la segunda, pensamos que se necesitarían más ejemplares para relacionarla sin lugar a dudas con esta subespecie.

Tras comparar con escamas de especies actuales, hemos encontrado semejanzas con las de *P. nigra* Arn., y *P. canariensis* sin que hasta el momento, en espera que se produzcan nuevos hallazgos, podamos relacionarlos con una u otra especie.

ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE (1981) citaron en el Mioceno de la Cerdaña las especies *P. laricio* Poir., *P. rigida* Mill., *P. sylvestris* L., y *Pinus* spp., sin especificar si lo hicieron a partir de acículas, conos, inflorescencias, piñones o cualquier otro tipo de resto. Es la primera vez que en el Mioceno Superior de la Cerdaña se cita este género a partir de escamas tectrices.

aff. *Pinus* sp.

(Fig. 14; Lám. VI, fig. 2)

1945 - *Pinites* sp., VILLALTA & CRUSAFONT, págs. 343, 347.

1950 - *Pinites* sp., MENÉNDEZ AMOR, pág. 160.

1955 - *Pinites* sp., MENÉNDEZ AMOR, pág. 46.

Material

Se han estudiado 23 ejemplares correspondientes a semillas colectados como impresiones y compresiones en buen estado de conservación en los afloramientos del barranco de Salanca, Beders, San Salvador y Coll de Saig:

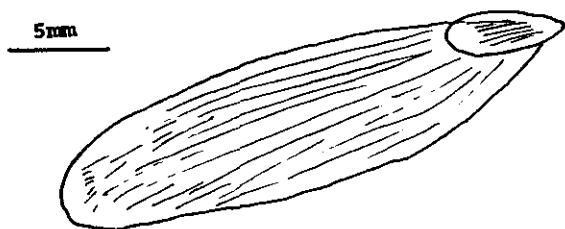


Fig. 14. aff. *Pinus* sp. MNCNV-3091

MGBV-9857, MGBV-10368, MGBV-11731, MGM-1077M, MGSB-40427, MGSB-40456, MNCNV-763, MNCNV-3091, MNCNV-3096, MNCNV-3618, MNCNV-4492, MNCNV-4644, MNCNV-4747, MNCNV-4755, MNCNV-4761, MNCNV-4771, MNCNV-4772, MNCNV-4773, MNCNV-4776, MNCNV-4779, MNCNV-4782, UCM-BLL-004, UCM-CTV-42.

Descripción del material

Piñones alados, adnados; longitud \approx 1,5-1,03 cm; semilla ovalada recorrida por estrías y envuelta al menos en sus tres cuartas partes por el ala, con la parte más redondeada en

contacto con ella, siendo ahusada en la zona opuesta; longitud de la semilla: 0,44-0,2 cm; anchura de la semilla: 0,36-0,12 cm; ala oblonga, alargada y estriada en toda su superficie, con la parte distal redondeada; longitud del ala: 1,2-0,49 cm; anchura del ala: 0,61-0,41 cm; las estrías del ala a veces parecen presentar dicotomías.

Observaciones

La presencia de piñones muy parecidos a los aquí descritos, ha sido detectada en el Pontienne de Rochessauve (Ardèche, Francia) por GRANGEON (1958). Este autor los atribuyó a la especie *P. aff. pinaster* KLAUS (1989) relaciona este tipo de piñón con las especies del género *Pinus*: *P. roxburghii* Sarg., *P. canariensis* y *P. caribaea* Morelet, así como con las subsecciones *Strobi* y *Balkaniana* de este mismo género.

Los piñones descritos podrían relacionarse, además de con el género *Pinus*, con el género *Picea*, también presente en la zona como indican sus palinomorfos, por lo que en este trabajo hemos considerado citar a este tipo de semillas como *aff. Pinus* sp.

***Tsuga moenana* Kirchheimer, 1942**

(Fig. 15; Lám. VII, fig. 3)

- * 1942 - *Tsuga moenana*, KIRCHHEIMER, pág. 433, lám. 5, fig. 1.
- 1955 - *Abies saportana*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 44-45, lám. XVI, fig. 4.
- 1955 - *Pinus paloestrobis*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 45-46, lám. XVI, fig. 2.
- 1958 - *Larix aff. L. europæa*, GRANGEON, págs. 40-41, lám.-text. II, fig. 3.
- 1991 - *Tsuga moenana*, PAMALAREV et al., pág. 4, lám. I, fig. 1.

Material

Se han estudiado 17 ejemplares de conos como impresiones o compresiones carbonificadas en buen estado de conservación, procedentes de los afloramientos del barranco de Salanca, torrente de Vilella y Coll de Saig:

CA-8974, CA-8977, MGBV-9467, MGBV-9469, MGBV-9470, MGBV-9471, MGBV-9482, MGBV-10366, MGM-48M, MNCNV-3089, MNCNV-3092, MNCNV-4749, MNCNV-4765, MNCNV-4766, MNCNV-4767, MNCNV-4774, MNCNV-4783.

Diagnosis sic PAMALAREV et al. (1991)

Cones oblongo-ovate, at apex and base rounded, composed of about 15 conescales with a widely and roundedly triangular shape. The scales are longitudinally shallowly furrowed.

Descripción del material

Conos cortamente pedunculados; longitud del pedúnculo: 0,5-0,2 cm; forma elíptica más o menos alargada; longitud: 5,4-1,85 cm; anchura: 2,6-1,2 cm; se han contado de 10 a

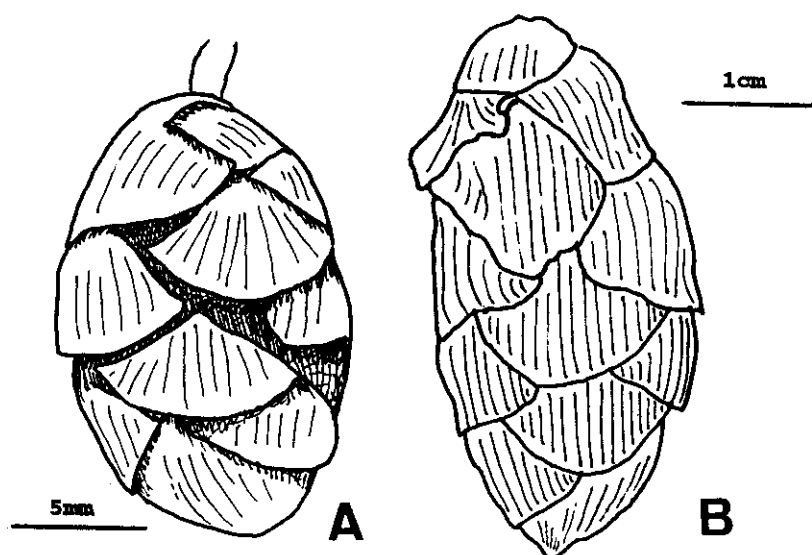


Fig. 15. *Tsuga moenana*:
A- MNCNV-4767
B- MGM-48M

19 escamas tectrices, pero como se han hallado algunos conos en forma de impresión, pensamos que algunos ejemplares presentarían más de 19 escamas y que las 10 escamas que contamos en los ejemplares de menor tamaño, realmente también indican un número mayor; escamas tectrices redondeadas, no ornamentadas, encontrándose estriadas en toda su superficie, las estriaciones siguen un curso paralelo.

Observaciones

Según PAMALAREV et al. (1991), esta especie se encontraría relacionada con las actuales *T. canadensis* y *T. heterophylla* (Raf.) Sarg., ambas de Norteamérica. Ésta semejanza nos ratifica que las tsugas que vivieron en el Vallesiense de la Cerdaña se encontraban emparentadas con las que hoy en día habitan Norteamérica, dato ya puesto de manifiesto a partir de los palinomorfos estudiados. Es la primera vez que se cita esta especie en el Mioceno Superior de la Cerdaña y en el conjunto del Terciario español.

Distribución estratigráfica y geográfica

- Mioceno Medio y Superior.** Centro Europa; Satovca, Bulgaria (PAMALAREV et al., 1991).
- Vallesiense.** La Cerdaña, Lérida, España.
- Pontiense.** Rochessauve, Ardèche, Francia (GRANGEON, 1958).

Abietoideae tipo 1

(Fig. 16; Lám. VII, fig. 4)

1884-1885 - *Abies saportana*, RÉROLLE, págs. 182-184, lám. III, fig. 3.

1955 - *Juniperus drupaceae* LABILL. var. *pliocenica*, MENÉNDEZ AMOR, Lám. XVII, fig. 4.

Material

Se han estudiado 8 ejemplares correspondientes a ramas con hojas preservados como impresiones en buen estado de conservación, procedentes de Coll de Saig:

MGM-1011M, MGBV-9485, MGBV-9788, MGSB-48181, MNCNV-1013, MNCNV-3083, MNCNV-4796, MNCNV-4823.

Descripción del material

Ramas con hojas dispuestas helicoidalmente sobre ellas; anchura los tallos: 0,3-0,2 cm; aparecen sobre éstos cicatrices que indican la zona de inserción de las hojas; hojas aciculares con aproximadamente 3-2 cm de longitud y 0,2-0,1 cm de anchura, atravesadas por un nervio medio; acículas pecioladas con peciolo corto de 0,05 cm; frecuentemente este tipo de acículas aparecen dispersas en los sedimentos de los afloramientos estudiados.

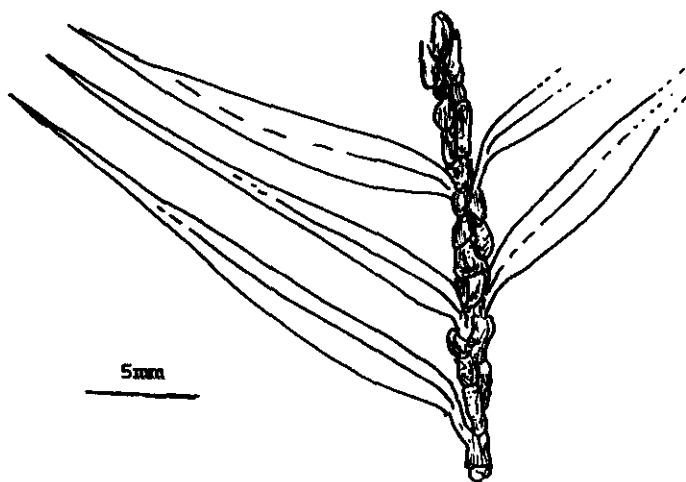


Fig. 16. Abietoideae tipo 1 MGM-75M

Observaciones

Este tipo de resto fue relacionado por RÉROLLE (1884-1885) con *Abies*. Sin embargo, pudieran pertenecer tanto a ejemplares de éste como a *Picea* y *Tsuga*, por lo que nos ha parecido más apropiado denominarlos como Abietoideae en lugar de darles una asignación genérica.

Abietoideae tipo 2

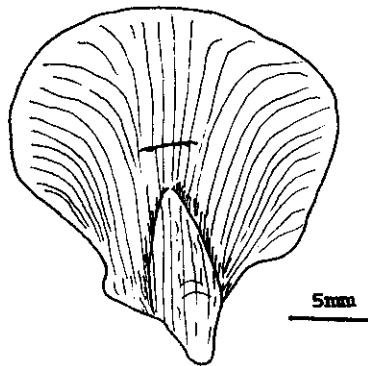
(Fig. 17; Lám. VI, fig. 7)

Material

Se han estudiado 4 ejemplares preservados como impresiones procedentes de los afloramientos de Coll de Saig, barranco de Salanca y del camino de Balltarga a Bor: CA-8973, MGBV-11719, MNCNV-4743, MNCNV-4784.

Descripción del material

Escama tectriz con forma espatulado-redondeada; la parte más ensanchada de ésta presenta una medida de 2,3-1,9 cm; longitud: 2,03-1,56 cm; zona proximal truncada, de $\approx 0,25$ cm de anchura; cicatriz cerca de la zona de inserción al eje en donde se situaba la escama seminal; presencia de estriaciones por toda la superficie que nacen en la zona de inserción, siguiendo un curso paralelo, continuando, las que se encuentran en la cercanía del margen, el contorno de éste.



Observaciones

Fig. 17. Abietoideae tipo 2 MNCNV-4743

Estos ejemplares se parecen a uno de los tipos colectados en el Plioceno de Mont Dôré, el cual fue atribuido con dudas al género *Cedrus* (BOULAY, 1892). El ejemplar francés se diferencia de los de la Cerdaña por presentar la zona de inserción en forma de flecha.

Nosotros pensamos que las escamas descritas podrían haber formado parte tanto de conos del género *Picea* como del género *Tsuga*, por lo que nos ha parecido más apropiado considerarlas como Abietoideae, como en el caso anterior de las ramas con acículas. Es la primera vez que se describe este tipo de resto en el Mioceno Superior de la Cerdaña.

Div. Gnetophyta

Los primeros registros de esta división parecen remontarse al Pérmico, en donde se ha hallado polen semejante al de los géneros actuales *Welwitschia* Hook y *Ephedra* L. (DELEVORYAS, 1963).

Se han colectado escasos restos macroscópicos seguramente debido a su escasa capacidad de preservación. Según CRANE & UPCHURCH (1987), los más antiguos datan del Cretácico Inferior (probablemente Aptiense) del Grupo Potomac (Virginia, USA), siendo determinados como *Drewria potomacensis* Crane & Upchurch. Restos atribuibles a este mismo género han sido identificados en el Barremiense de Las Hoyas, Cuenca (DIÉGUEZ, 1994, comunicación personal) lo que supondría el registro más antiguo.

En el Barremiense-Aptiense se han descrito palinomorfos semejantes a los del género *Ephedra*, los cuales se atribuyeron al género parataxónico *Ephedripites* Bolch. Éste no ha sido encontrado asociado con ninguna resto vegetal en concreto. Parece ser que plantas semejantes a *Ephedra*, la cual habita en la actualidad en zonas secas, vivieron durante el Mesozoico en zonas inundadas, pudiendo ser plantas de bosques de ribera (HUGHES, 1983).

La división Gnetophyta en la actualidad presenta tres géneros y alrededor de 60 especies que se distribuyen por selvas tropicales y regiones áridas de zonas templadas, subtropicales y tropicales de ambos Hemisferios.

En los sedimentos del Mioceno Superior de la Cerdaña, únicamente hemos encontrado palinomorfos relacionables con el género *Ephedra*.

MICRORRESTOS

Ephedra sp.

(Lám. VIII, fig. 1)

Este tipo de polen aparece puntualmente en los afloramientos de Beders, barranco de Salanca, torrente de Vilella, torrente de la Bavosa, riu de Santa María, Coll de Saig, vertedero de Sampsor y en las minas de Sanavastre y Sampsor; debiéndose relacionar con el género parataxónico *Ephedripites*.

Según WODEHAUSE (1965), el género *Ephedra* presenta una dispersión anemófila de sus palinomorfos.

Descripción del material

Granos multisulcados; isopolares; radialmente simétricos; prolotos en vista ecuatorial; no se han observado en vista polar; P=58-56 μ m; E=27-24,5 μ m; sulcos delimitados por pliegues ondulados muy estrechos que alcanzan los extremos de los polos; exina de 1,3-0,8 μ m de espesor; no se observa diferenciación de la exina en sexina y nexina; téctum completo;

infratéctum sin columelas; superficie psilada.

Observaciones

La mayor parte de los granos de polen estudiados deben relacionarse con el subgénero *Distachyapites* W. Kr., del género *Ephedripites*. Algunos parecen relacionables con la especie parataxónica *E. miocaenicus* Nagy, del Karpatiense y Badeniense inferior de Hungría.

División Magnoliophyta

Clase Magnoliatae

Subclase Magnolidae

Orden Laurales

Familia Lauraceae A. L. de Jussieu, 1789

Esta familia presenta un extenso registro fósil en el Terciario a partir de hojas, leños, polen, frutos, semillas y flores, siendo sus primeros registros, inflorescencias del Cenomaniense del Noreste de Maryland (DRINNAN *et al.*, 1990), hojas del Cenomaniense del Sureste de Nebraska (TAYLOR & TAYLOR, 1993) y leños del Maastrichtiense de California (CRONQUIST, 1981).

Es difícil encontrar palinomorfos atribuibles a la familia Lauraceae en sedimentos mesozoicos y cenozoicos, ya que presentan una exina muy delgada y una intina sumamente gruesa y radialmente acanalada (VAN DER MERWE *et al.*, 1990), que les hace resistir muy mal los procesos de fosilización.

Aún siendo escasos, los primeros granos de polen fueron registrados en el Paleoceno superior de Francia, donde se describió la especie parataxónica: *Inaperturopollenites paleogenicus* (MULLER, 1981). Este autor compara a esta paraespecie con el polen del género *Cinnamomum* L.

Hoy en día la familia Lauraceae se encuentra integrada por 30-50 géneros (según los autores), y alrededor de 200 especies, que habitan principalmente regiones tropicales y subtropicales de los dos Hemisferios (CRONQUIST, 1981).

En el Mioceno Superior de la Cerdaña únicamente hemos encontrado restos foliares asignables a esta familia.

MACRORRESTOS

***Daphnogene eugeniae* nov. sp.**

(Fig. 18; Lám. VIII, figs. 4, 5, 6, 7 y 8)

Diagnosis

Hojas pecioladas y subestomáticas; polimórficas (elípticas, lanceoladas y oblanceoladas) con variable desarrollo de base y ápice; margen liso; neviación curvipinnada simple o curvipalmada; estomas paracíticos distribuidos al azar; 4-7 células anejas que rodean a las de guarda considerando a las células acompañantes; presencia de punteaduras en las células epidérmicas tanto del haz como del envés.

Holotipo: MNCNV-4717.

Localidad y estrato típico: Beders, la Cerdaña, L é r i d a , E s p a ñ a . Vallesiense, Mioceno Superior.

Material

Se han estudiado 5 restos foliares preservados como impresiones y compresiones con la cutícula conservada. Se han colectado en los afloramientos del camino

de Balltarga a Bor, Coll de Saig, barranco de Salanca y riu de Santa María, sitios en el Vallesiense de la Cerdaña (Lérida), designándose los siguientes paratipos: MGBV-9890, MGSB-48154, MNCNV-3063, MNCNV-4652, MNCNV-4653.

Derivatio nominis

Esta especie se encuentra dedicada a la Doctora M^a Eugenia Ron Álvarez, Catedrática

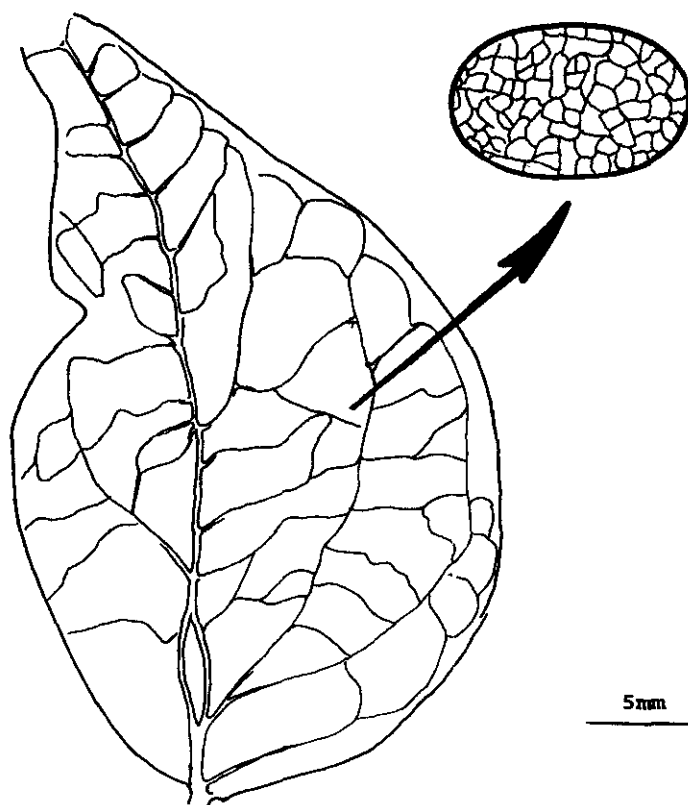


Fig. 18. *Daphnogene eugeniae* MNCNV-4652

de Botánica y muy ilustre profesora.

Descripción del material

Restos foliares cortamente peciolados; longitud del peciolo: 0,7-0,5 cm; limbos elípticos, lanceolados y oblanceolados; longitud del limbo: 6-3,13 cm; anchura máxima del limbo: 3,4-2,7 cm; distancia de la zona de máxima anchura a la base: 4,3-1,35 cm; ápice de agudo a redondeado; base de cuneada a redondeada, a veces algo decurrente; margen liso; nerviación curvipinnada simple o curvipalmada; si es curvipalmada, de los nervios laterales de primer orden salen nervios terciarios en ángulo recto que se curvan formando lazos; los nervios laterales de primer orden se curvan uniéndose al nervio central formando lazos; del nervio medio central nacen 5-6 pares de nervios secundarios con ángulo de divergencia $\leq 45^\circ$; los nervios secundarios a veces nacen en puntos muy cercanos los unos de los otros desarrollándose de forma irregular; nervios terciario reticulados al azar formando areolas poligonales bien desarrolladas.

En uno de los ejemplares (MNCNV-4652), observamos una teratología en el nervio medio central, encontrándose bifurcado en dos ramas y vuelto a unir en una.

Hojas subestomáticas glabras; estomas paracíticos, distribuidos al azar; tamaño del estoma: 24-16 x 17-12,8 μm , el aparato estomático se encuentra rodeado por 4-7 células epidérmicas, contando con las células acompañantes; cuando lo están por 4-5 células presentan 1 ó 2 muy desarrolladas, rectangulares, dispuestas usualmente perpendiculares al eje de simetría lateral del estoma; al no abarcar las células de guarda, las células acompañantes nunca contactan entre sí; nunca se desarrollan estomas sobre nervios.

Las células epidérmicas del envés (Lám. VIII, figs. 7 y 8) poseen una forma más o menos poligonal y una pared celular de $\approx 1,6 \mu\text{m}$; tamaño de las células epidérmicas del envés: 40,8-16 x 16-12,8 μm ; en algunos ejemplares parte de estas células son onduladas; presencia de punteaduras de 1 μm de luz; alrededor de las punteaduras, la pared celular se engrosa hasta unas 3 μm de espesor; las punteaduras aparecen de forma irregular en cualquier parte de la pared de las células epidérmicas; algunas de las células no presentan punteaduras visibles. A veces aparecen conjuntos de células epidérmicas dispuestas concéntricamente alrededor de un orificio, posiblemente aquí se encontraba una glándula. Las células epidérmicas que sobremontan los nervios se disponen en filas a lo largo de éstos; si los nervios son de primer o segundo orden se deforman tomando un aspecto rectangular.

Haz con células epidérmicas de aproximadamente: 35,2-19,2 x 19,2-12,8 μm ; forma más o menos poligonal (Lám. VIII, fig. 6); pared celular de $\approx 2,2$ μm de espesor; no existen diferencias de forma y/o espesor entre las paredes anticlinales y periclinales de estas células; pared celular irregularmente engrosada alrededor de las punteaduras, donde su espesor es de ≈ 3 μm ; punteaduras de alrededor de 1 μm de abertura; las células que sobremontan los nervios principales cambian de morfología volviéndose rectangulares y se disponen en filas de hasta 5 columnas; las células que sobremontan nervios de tercer orden son idénticas a las demás células epidérmicas pero se orientan en filas continuando el recorrido de éstos; no se observan engrosamientos diferenciales en la pared; punteaduras de alrededor de 1 μm de luz.

Discusión

La clasificación de las hojas de las lauráceas basándose únicamente en morfologías es puramente artificial, siendo ésto muy patente al estudiar hojas fósiles de aspecto "cinnamomoide".

Desde un punto de vista morfológico, los restos aquí estudiados podrían relacionarse con algunos géneros de la familia Lauraceae, como *Apollonias* Nees., *Cinnamomum* y *Ocotea* Aubl.; y con otros taxones como *Viburnum* L., pertenecientes a familias muy alejadas filogenéticamente de Lauraceae.

Este hecho fue ya apuntado por UNGER (1850), quien describió el paragénero *Daphnogene* a partir de restos foliares de aspecto "cinnamomoide" de la siguiente forma: *Folia triplinervia coriacea* v. *subcoriacea*.

Así, desde el punto de vista morfológico, parece que algunos de nuestros ejemplares se pueden encasillar como *Daphnogene*, dado que su aspecto recuerda al de los géneros *Cinnamomum* y *Ocotea* de la familia Lauraceae. Sin embargo, la especie que nos ocupa presenta algunos ejemplares con la nerviación curvípinnada simple que no recuerdan a las lauráceas, sino al género *Viburnum*. Luego para poder agrupar a los ejemplares de esta especie bajo una denominación común parece necesario realizar otro tipo de análisis además del meramente morfológico.

Estudios cuticulares realizados por KVAČEK & KNOBLOCH (1967), han demostrado que gran parte de los restos foliares con morfologías semejantes a la descrita en el apartado anterior deben referirse a la familia Lauraceae, a causa del aspecto de sus células epidérmicas y la presencia de estomas paracíticos. Por esta razón, los autores citados enmiendan la

diagnosis de UNGER (1850), considerando a *Daphnogene* como un género de Lauraceae. Los restos foliares con cutículas no relacionables con Lauraceae deben ser atribuidos a otros géneros. Además, aunque las hojas de *Daphnogene* son semejantes morfológicamente a las de *Cinnamomum*, no es posible asignarlas a este género actual, ya que las características epidérmicas que presenta son también comparables con las de otros géneros de lauráceas como *Litsea* Lam., *Lindera* Tunb., *Neolitsea* Merrill in Philipp y *Sassafras* Nees.

Hasta que se encuentren inflorescencias, frutos, flores o semillas en conexión orgánica con las hojas halladas, que nos puedan confirmar su adscripción a uno u otro género actual o confirmen que se trata de un género fósil de laurácea, creemos se deben seguir considerando restos foliares dentro del paragénero *Daphnogene*.

Desde el punto de vista de sus cutículas, estas hojas recuerdan a *Ocotea obtusifolia* Berry, del Eoceno de Puryear, Tennessee (DILCHER, 1962); *Litsea bournensis* Bandulska, del Eoceno de Bournemouth Beds (BANDULSKA, 1926); y *Laurophyllum pseudorhomboidale* Givulescu, del Pannoniense de Delureni (Rumanía) (GIVULESCU, 1975), de las que se separan por la morfología de las células acompañantes, que no se diferencian en ningún caso del resto de las células epidérmicas.

Existe cierta semejanza con *Laurophyllum nechranicense* Bůžek & Kvaček, del Mioceno Inferior del área de Pětipsy (Checoslovaquia) (BŮŽEK & KVAČEK, 1974), y *Laurophyllum pseudoprinceps* (Krausel & Weyland) Weyland & Kilpper, del Pannoniense de Cornitel (Rumanía) (GIVULESCU, 1973), aunque estas dos especies presentan las células epidérmicas con el contorno de la pared algo sinuoso y estomas rodeados por 4-5 células epidérmicas. La especie *Laurophyllum bitaricum* Givulescu, del Pannoniense de Cornitel (Rumanía), presenta también una disposición de las células epidérmicas semejante a la de los ejemplares ceretanos, sin embargo la morfología foliar de ésta es muy distinta a la descrita en el apartado anterior y sus estomas no se encuentran dispersos al azar sobre el envés, sino dispuestos en forma de cercos o radios alrededor de una célula central (GIVULESCU, 1973).

Entre los género actuales, los que presentan epidermis similares a la especie propuesta son:

- *Neolitsea*: usualmente presenta 4 células rodeando los estomas (2 paralelas al eje longitudinal y 2 en ángulo recto con éstas). Este número no se mantiene siempre, apareciendo estomas rodeados por un número mayor de células epidérmicas. *D. eugeniae* aunque puede presentar 4 células, por lo general presenta un número mayor.

- *Cinnamomum*: estructura similar a la del género anterior, diferenciándose de la especie ceretana en que los estomas se encuentran agrupados en número de 40-50 por areola, estando muy juntos los unos y los otros y separados por una o dos células epidérmicas. La especie que nos ocupa posee una densidad estomática por areola mucho más baja (≈ 20), encontrándose mucho más distanciados los unos de los otros.

- *Persea*: presenta una estructura similar a la de los géneros anteriores, aunque dispone de gran cantidad de tricomas y células epidérmicas pequeñas y redondeadas. En las cutículas de *D. eugeniae* no se han observado ni este tipo de células ni tricomas.

Resumiendo, los restos foliares aquí descritos parecen pertenecer sin duda a un género fósil de Lauraceae, dada la anatomía de su epidermis. Presenta una hoja de tipo "cinnamomoide", y una anatomía epidérmica semejante a la de varios géneros actuales y fósiles de Lauraceae, por lo que creemos deben ser asignadas al paragénero *Daphnogene*.

Según KVAČEK & WALTHER (1974) las especies de *Daphnogene* típicas del Mioceno de Europa Central son: *D. bilinica* (Ung.) Kvaček & Knobloch y *D. polymorpha* (Al. Br.) Ett., las cuales son diferentes de nuestros ejemplares tanto desde un punto de vista morfológico como anatómico.

Por todas estas razones pensamos que los ejemplares colectados deben asignarse a una especie nueva del género *Daphnogene*, a la cual denominaremos con el binomio *D. eugeniae*.

***Daphnogene* sp.**

(Fig. 19; Lám. VIII, figs. 2 y 3)

- 1859 - *Cinnamomum polymorphum*, HEER, págs. 88-90, lám. XCIII, figs. 25-28, lám. XCIV, figs. 1-26.
- 1859 - *Cinnamomum polymorphum*, MASSALONGO & SCARABELLI, págs. 263-265, lám. VII, figs. 10-13, tav. VIII, figs. 5-9, 11-12, 16-17, lám. XXXVIII, fig. 19.
- 1867 - *Cinnamomum polymorphum*, SAPORTA, págs. 83-84, lám. VIII, fig. 1.
- 1867 - *Cinnamomum polymorphum*, STUR, pág. 168.
- 1868 - *Cinnamomum polymorphum*, ETTINGSHAUSEN, págs. 45-46.
- 1868 - *Cinnamomum polymorphum*, SAPORTA, págs. 41-45, lám. V, figs. 1-4.
- 1881 - *Cinnamomum polymorphum*, HEER, págs. 29-30, lám. XXII, fig. 9a.
- 1892 - *Cinnamomum polymorphum*, ETTINGSHAUSEN, págs. 100-101.
- 1884-1885 - *Cinnamomum polymorphum*, RÉROLLE, págs. 288-289, lám. X, figs. 5-6.
- 1894 - *Cinnamomum polymorphum*, ALMERA, pág. 334.
- 1887 - *Cinnamomum polymorphum*, BOULAY, pág. 23.
- 1887 - *Cinnamomum polymorphum* var. *transversum*, BOULAY, pág. 23.
- 1899 - *Cinnamomum polymorphum*, BOULAY, págs. 57-59, lám. V, figs. 60-61.
- 1922 - *Cinnamomum polymorphum*, DEPAPE, págs. 175-177, lám. IX, fig. 9-11.
- 1936 - *Cinnamomum polymorphum*, MARTY & GLANGEAUD, pág. 28, lám. C, figs. 4-5.
- 1945 - *Cinnamomum polymorphum*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 345, lám. III.
- 1946 - *Cinnamomum* aff. *polymorphum*, TEIXEIRA, pág. 9.
- 1947 - *Cinnamomum polymorphum*, SOLÉ & LLOPIS, pág. 94, lám. XIII.
- 1950 - *Cinnamomum polymorphum*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 162.
- 1951 - *Cinnamomum polymorphum*, BATAILLER, págs. 140, 142, 145.

- 1954 - *Cinnamomum polymorphum*, HANTKE, págs. 66-68, lám. 10, figs. 7-10, lám. 11, figs. 1-6.
 1955 - *Cinnamomum polymorphum*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 114-115, lám. XXXV, fig. 2.
 1955 - *Dicotyledonea* sp., MENÉNDEZ AMOR, pág. 183, lám. LII, fig. 5.
 1958 - *Cinnamomum polymorphum*, GRANGEON, págs. 149, 152-153, 159, lám.-text. XXV, figs. 1-6, lám. I, fig. 18, lám. II, fig. 11.
 1964 - *Cinnamomophyllum cinnamomeum*, KNOBLOCH, págs. 597-603.
 1971 - *Lauraceae*, FERGUSON, págs. 139-150, fig. 25_{A-H}, lám. 20_{A-F}.
 1977 - *Cinnamomum polymorphum*, SANZ DE SIRIA, pág. 27.
 1979 - *Cinnamomum polymorphum*, MÄDLER & STEFFENS, págs. 12, 15, 17, lám. 5, fig. 5.
 1980h - *Cinnamomum polymorphum*, SANZ DE SIRIA, págs. 20-21, lám. III, fig. 3c.
 1981 - *Cinnamomum polymorphum*, ÁLVAREZ RAMIS, págs. 557, 559.
 1981 - *Cinnamomum polymorphum*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, págs. 34, 36.
 1981 - *Cinnamomum polymorphum*, ROIRON, págs. 31-33, 35, lám. III, fig. 4.
 1981 - *Cinnamomum polymorphum*, SANZ DE SIRIA, págs. 62-63, fig. 8.
 1989 - *Daphnogene polymorpha*, KNOBLOCH & KVAČEK, págs. 99-100, lám. X, fig. 9.
 1982 - *Cinnamomum polymorphum*, SANZ DE SIRIA, págs. 9-10, lám. I, fig. 13.
 1985 - *Daphnogene polymorpha*, HABLY, págs. 92-94, 142, fig.-text. 8, lám. XI, figs. 1-4.
 1988 - *Cinnamomum polymorphum*, VICENTE i CASTELLS, págs. 29-30.
 1989 - *Daphnogene* sp., MELLER, pág. 44, lám. 16, fig. 3.
 1990 - *Daphnogene bilinica*, GIVULESCU, págs. 44-45, lám. 3, figs. 3-4, lám. 16, fig. 6.
 1990 - *Daphnogene polymorpha*, GIVULESCU, págs. 45-46, lám. 3, fig. 5, lám. 11, fig. 3.
 1992 - *Cinnamomum polymorphum*, SANZ DE SIRIA, págs. 307-308, lám. 3, fig. 11.

Material

Se han estudiado 26 ejemplares en forma de impresión, de hojas en buen estado de conservación procedentes de los afloramientos de Coll de Saig, camino de Balltarga a Borriu de Santa María y Beders:

MGBG-A-51, MGBG-A-160, MGBV-9506, MGBV-9776, MGBV-9785, MGBV-9870, MGBV-9890, MGM-1074M, MGSB-31310, MGSB-40317, MGSB-45470, MGSB-45471, MGSB-48168, MGSB-48476_{1,2}, MNCNV-279, MNCNV-717, MNCNV-765, MNCNV-4647, MNCNV-4648, MNCNV-4649, MNCNV-4650, MNCNV-4651, MNCNV-4653, UCM-CCS-8, UCM-CCS-81.

Descripción del material

Restos foliares subcoriáceos cortamente peciolados; peciolo: 0,8-0,1 cm; limbos lanceolados, elípticos, o algo obovados; longitud del limbo: 6,5-2,4 cm; anchura máxima del limbo: 2,2-1 cm; distancia de la zona de máxima anchura a la base: 3,1-1 cm; ápice de agudo a acuminado; base de aguda a cuneada; margen liso; nerviación curvipalmada; los nervios primarios laterales surgen del nervio central de forma alterna u opuesta; 4-5 nervios secundarios curvipinnados, con ángulo de divergencia $\geq 45^\circ$; nerviación terciaria difícil de distinguir de la nerviación secundaria, ésta se suele desarrollar perpendicular a los nervios primarios; en el área que queda entre el margen y los nervios primarios laterales los nervios de menor orden se curvan formando lazos; nerviación de rango inferior a la terciaria reticulada ortogonalmente formando areolas poligonales bien desarrolladas.

Observaciones

Restos foliares semejantes a los descritos en el apartado anterior fueron atribuidos por algunos autores, como ENGELHARDT (1891), a *Cinnamomum buchii* Heer y *C. subrotundum* (Al. Br.) Heer, debiéndose realmente asignar a los géneros *Smilax* L. y *Paliurus* Benth. et Hook. (BŮŽEK & KVAČEK, 1974).

Según KVAČEK & WALTHER (1974) las especies de

Daphnogene típicas del Mioceno de Europa Central son: *D. bilinica* y *D. polymorpha*. Estos autores sugieren que la primera paraespecie representaría hojas de sol, y la segunda, hojas de sombra de un mismo taxón. No obstante, continúan considerándolas por separado.

Los ejemplares estudiados por nosotros presentan morfologías semejantes a *D. bilinica* y *D. polymorpha*, aunque hemos de destacar el marcado polimorfismo que presentan los restos foliares colectados en la Cerdaña, que no sólo recuerdan a las paraespecies citadas, sino también a: *D. cinnamomea* (Ross.) Knobl., del Eoceno superior; *D. lanceolata* Ung. y *D. cinnamomifolia* (Brong.) Ung., del Oligo-Mioceno; y a *D. pannonica* Kvaček & Knobloch, del Plioceno Inferior.

Por el momento, no se han encontrado restos foliares con la cutícula preservada, por lo que no podemos relacionar nuestros ejemplares con una u otra de las especies citadas, aunque quizás podrían haber estado representadas varias de ellas en el Mioceno Superior de la Cerdaña. Es posible que un estudio cuticular de los restos descritos nos hiciera asignar éstos a *D. eugeniae*.

Distribución estratigráfica y geográfica

-Oligoceno inferior. Cervera, Tarragona, España (SANZ DE SIRIA, 1992).

-Estampiense. Marsella, Francia (SAPORTA, 1868).

-Chatiense. Hohe Rhonen, Monod y Rochette, Suiza (HEER, 1859); Wetterau, Alemania;

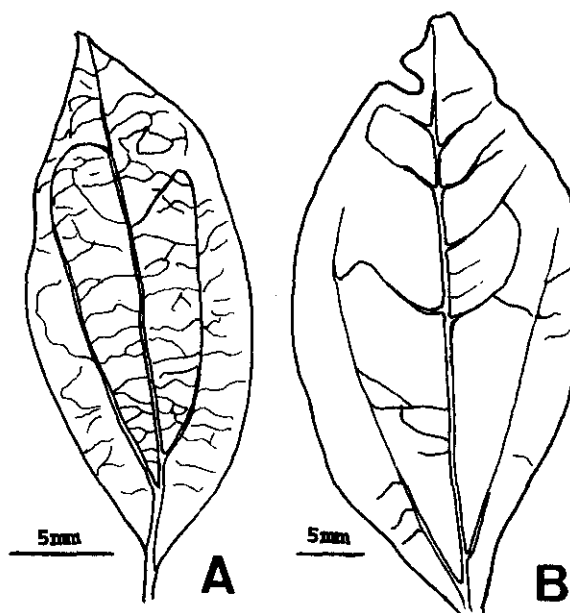


Fig. 19. *Daphnogene* sp.:
A- MNCNV-4513
B- MGM-1074M

Sotzka, Austria (ETTINGSHAUSEN, 1858, 1868).

-Mioceno Inferior. Locle, Suiza (HEER, 1859); Ipolytarnóc, Hungría (Hably, 1985).

-Aquitaniense. Laussanne, Suiza (HEER, 1859); Bois d'Assom, Manosque, Francia (SAPORTA, 1867); Gergovia, Puy-de-Dôme, Francia (BOULAY, 1899); Krezau, Alemania (FERGUSON, 1971).

-Karpatische. Umgebung von Tamsweg, Niedere Tauern, Austria (KNOBLOCH & KVAČEK, 1981).

-Sarmatiense. Oehningen, Schrotzburg, Suiza (HEER, 1859).

-Tortonense. Montjuïc, Barcelona, España (VICENTE I CASTELLS, 1988).

-Aragonesense. Aydin-Şahinali y Manisa-Soma-Deniş, Turquía (MÄDLER & STEFFENS, 1979); Lisboa-Almada, Portugal (PAIS, 1986).

-Vallesiense. Sprendlingen, Rheinhessen, Alemania (MELLER, 1989); Ribatejo, Portugal (PAIS, 1986); La Bisbal, Bajo Ampurdán, España (SANZ DE SIRIA, 1981); Seo de Urgel, Lérida, España (SANZ DE SIRIA, 1977); la Cerdaña, Lérida, España.

-Pontiense. La Bourboule, Puy-de-Dôme, Francia (MARTY & GLANGEAUD, 1936); Pourchères, Privas y Rochessauve, Ardèche, Francia (BOULAY, 1887; GRANGEON, 1958); Azambuja, Portugal (HEER, 1881).

-Pannoniense. Chiuzbaia, Rumanía (GIVULESCU, 1990).

-Messiniense. Senigalia, Ancona, Italia (MASSALONGO & SCARABELLI, 1859).

-Mioceno Superior. Wies, Austria (ETTINGSHAUSEN, 1892); Mas Rampinyo de Moncada, Vallés, España (ALMERA, 1891).

-Plaisanciense. Saint-Marcel, Valle del Ródano, Francia (DEPAPE, 1922); Torrente de Espluges, Bajo Llobregat, España (ALMERA, 1894); Siurana, Gerona, España (SANZ DE SIRIA, 1982).

-Plio-Pleistoceno. Pichegu, Saint-Gilles, Gard, Francia (ROIRON, 1981).

-Villafranquense. Afyon-Sandikli-Kazanpinan, Turquía (MÄDLER & STEFFENS, 1979).

***Laurophyllum* sp.**

(Figs. 20 y 21; Lám. VIII, fig. 9)

1876 - *Laurus canariensis* WEBB. (*pliocenica*), SAPORTA & MARION, págs. 246-253, lám. XXVIII, figs. 6-7, lám. XXVIII, figs. 1-8.

1890a - *Laurus canariensis*, pág. 36, lám. IV, fig. 3.

1894 - *Laurus canariensis*, ALMERA, págs. 331-332, lám. XXVI, fig. 2.

1894 - *Laurus nobilis*, ALMERA, pág. 332.

- 1904-1905 - *Laurus canariensis*, LAURENT, pág. 151, lám. XII, fig. 1.
 1905 - *Laurus canariensis* WEBB. var. *pliocenica*, MARTY, págs. 12-13, lám. III, figs. 3-4.
 1908 - *Laurus canariensis* WEBB. et BERTH. *pliocenica*, LAURENT, págs. 45-46, lám. VI, fig. 7, lám. VII, figs. 2-8.
 1920 - *Laurus nobilis*, DE LA VAULX & MARTY, págs. 298-299, lám. 11, figs. 5-7.
 1922 - *Laurus canariensis* WEBB. *pliocenica*, DEPAPE, págs. 169-171, lám. X, figs. 1-5.
 1952 - *Laurus canariensis*, GRANGEON, págs. 46-47, lám. III, figs. 4-9.
 1953 - *Laurus nobilis*, ARAMBOURG et al., págs. 41-42, lám. V, figs. 1, 4-5, lám. VI, fig. 7.
 1955 - *Ficus lanceolata*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 103-104, lám. XXXII, fig. 1.
 1958 - *Laurus canariensis*, GRANGEON, págs. 145-147, lám.-text. XXIV, figs. 4-6, 8.
 1958 - *Laurus primigenia* UNG. aff. *L. canariensis*, GRANGEON, págs. 147, lám.-text. XXIV, fig. 3.
 1959 - *Laurus* cf. *nobilis*, ANDREÁNSZKY, pág. 65, fig. 21, lám. XIII, fig. 2.
 1979 - *Laurus primigenia* UNG. aff. *L. canariensis*, BALLESTO et al., págs. 250-251, lám. 2, figs. 6-7, text.-figs. 18-19.
 1981 - *Laurus* sp., ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
 1981 - *Laurus* sp., ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, págs. 34, 36.
 1981 - *Laurus canariensis*, ROIRON, págs. 31, 33, 35, lám. III, fig. 3.
 1981 - *Laurus nobilis*, ROIRON, págs. 31, 33, 35, lám. III, fig. 2.
 1981 - *Persea gratissima*, ROIRON, págs. 31-32, 35, lám. III, fig. 7.
 1982 - *Laurus canariensis*, SANZ DE SIRIA, pág. 10, lám. I, fig. 14.
 1983 - *Laurus* cf. *canariensis*, ROIRON, pág. 703, fig. 9, n° 3.
 1988 - *Persea princeps*, GÓMEZ-ALBA, lám. 14, fig. 8.
 1988 - *Laurus canariensis*, VICENTE i CASTELLS, págs. 41-42, lám. III, figs. 1-2.
 1990 - *Laurophyllum* sp. 2, GIVULESCU, pág. 44, lám. 2, fig. 4, lám. 16, fig. 8.

Material

Se han estudiado 56 ejemplares que se encuentran como impresiones y compresiones sin la cutícula preservada. Éstos presentan un estado de conservación diverso, ya que algunos ejemplares analizados están muy deteriorados. Todos ellos proceden de los afloramientos de Coll de Saig y Beders:

MGBG-A-30, MGBV- 9749, MGBV-9803, MGM-109M, MGM-1073M, MGM-1082M, MGSB-31369, MGSB-40415, MGSB-40437, MGSB-44392_{1,2}, MNCNV-258, MNCNV-259, MNCNV-375, MNCNV-463, MNCNV-464, MNCNV-465, MNCNV-486, MNCNV-510, MNCNV-511, MNCNV-512, MNCNV-517, MNCNV-520, MNCNV-793, MNCNV-850, MNCNV-894, MNCNV-905, MNCNV-2570, MNCNV-3086, MNCNV-3585, MNCNV-3635, MNCNV-3636, MNCNV-3662, MNCNV-3663, MNCNV-3670, MNCNV-4624, MNCNV-4625, MNCNV-4628, MNCNV-4632, MNCNV-4637, MNCNV-4638, MNCNV-4639, MNCNV-4640, MNCNV-4641, MNCNV-4645, MNCNV-4646, MNCNV-4703, MNCNV-4851, UCM-CCS-28, UCM-CS-44, UCM-CS-52, UCM-CCS-66, UCM-CCS-69, UCM-CS-002, UCM-CS-007, UCM-CS-008.

Descripción del material

Restos foliares subcoriáceos cortamente peciolados; peciolo: 1,3-0,2 cm; limbo lanceolado, oblanceolado o elíptico; longitud del limbo: 10,2-4,1 cm; anchura máxima del limbo: 3,9-1,1 cm; distancia de la zona de máxima anchura a la base: 5,3-1,83 cm; ápice de agudo a acuminado; base de aguda a redondeada; margen liso; nerviación curvipinnada simple; 6-8 pares de nervios secundarios curvados abrupta o uniformemente con ángulo de divergencia de agudo moderado a agudo ancho; presencia de nervios intersecundarios; aparición de ramificaciones en forma de lazos; nerviación terciaria reticulada al azar o percurrente (los dos tipos pueden encontrarse en el mismo ejemplar), si es percurrente su

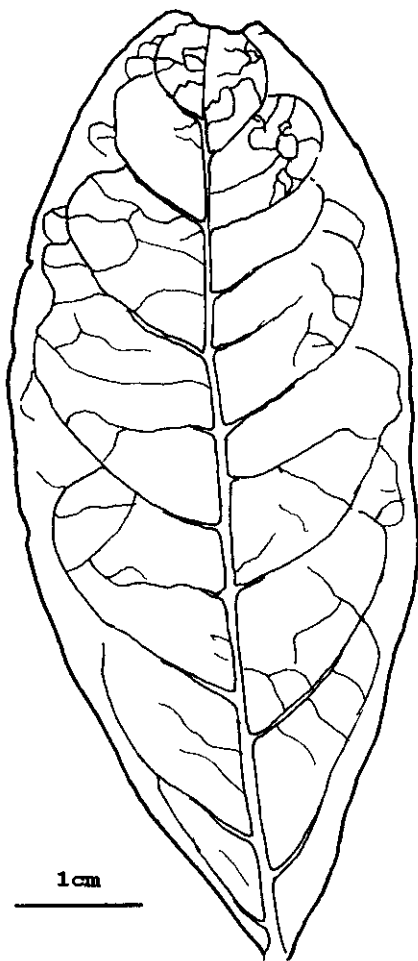


Fig. 20. *Laurophyllum* sp. MNCNV-4637

características similares a las descritas.

Según FERGUSON (1974), muchas de las especies fósiles descritas como *Laurus*, no pertenecen a este género, por ésto se las refiere al género-órgano *Laurophyllum* Goepp. Nosotros estamos de acuerdo con esta aseveración, por lo que hemos denominado como *Laurophyllum* sp. a todos los restos foliares procedentes de la Cerdaña que presentan semejanza con las hojas de las especies actuales de *Laurus*.

Debemos destacar que los ejemplares estudiados exhiben cierto grado de polimorfismo, por lo que hemos atribuido a *Laurophyllum* sp. ejemplares con características morfológicas similares a las de la especie "*Laurus*" *primigenia* Ung. sensu Berger.

Es la primera cita del paragénero *Laurophyllum* en el Vallesiense de la Cerdaña.

Distribución estratigráfica y geográfica

-Tortoniense. Montjuïc, Barcelona, España (VICENTE i CASTELLS, 1988).

curso es derecho o ahorquillado y forma ángulos rectos con los nervios secundarios, siendo oblícua frente al nervio medio; nerviación de rango inferior reticulada ortogonalmente formando areolas poligonales bien desarrolladas.

Observaciones

Los restos estudiados son morfológicamente idénticos a las hojas que presentan las especies actuales: *L. azorica* (Seub.) Franco, de la Macaronesia y el Atlas de Ksiba, Marruecos (BARBÉRO et al., 1980), y *Laurus nobilis* L., de la zona mediterránea.

No se han encontrado restos foliares con la cutícula preservada, por lo que no podemos concluir si los ejemplares estudiados pertenecen o no al género *Laurus* L. Además, existen otras especies de Lauraceae de los géneros *Persea* Mill., *Apollonias*, *Litsea* y *Neolitsea*, que presentan hojas con

-Sarmatiense. Toscana, Italia (DEPAPE, 1922); Bánhorváti, Hungría (ANDREÁNSZKY, 1959).

-Pontiense. Aubepín, Alto Loira, Francia; Charay y Rochessaue, Ardèche, Francia (GRANGEON, 1958).

-Pannoniense. Chiuzbaia, Rumanía (GIVULESCU, 1990).

-Messiniense. Senigalia, Italia (MASSALONGO & SCARABELLI, 1859).

-Plaisanciense. Meximieux, Ain, Francia (SAPORTA, 1873); Les Clausades, Niac y Saint-Vicent-la-Sabie, Cantal, Francia (LAURENT, 1904-1905; LAURENT, 1908; GRANGEON, 1952); Saint-Marcel, Ardèche, Francia (GRANGEON,

1952); Domazan, Valle del Ródano, Francia (DEPAPE, 1922); Thèziers, Gard, Francia (BOULAY, 1890a); Varennes-lac-Chambon, Puy-de-Dôme, Francia (DE LA VAULX & MARTY, 1920); Siurana, Gerona, España; Torrente de Esplugas de Llobregat y del Terme, España (ALMERA, 1894; VICENTE i CASTELLS, 1988).

Además se encuentra citado en el Plioceno del Turó de la Peira y San Feliu de Llobregat, Barcelona (VICENTE i CASTELLS, 1988); de Rasteau, Vaison-la-Romaine, Vaucluse, Francia (BALLESIO et al., 1979) y de Pichegu, Saint-gilles, Gard, Francia (ROIRON, 1981).

-Plio-Pleistoceno. Crespiá, Gerona, España (ROIRON, 1983).

-Villafranquiense. Lago Ichkeul, Túnez; Maisson Carrée, Argelia (ARAMBOURG et al., 1953).

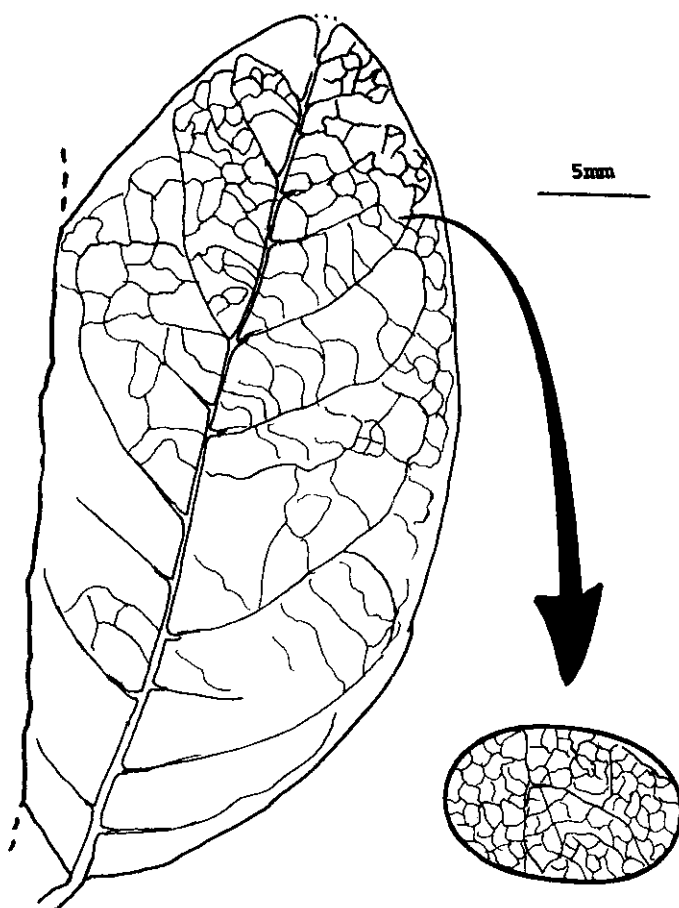


Fig. 21. *Laurophyllum* sp. MNCNV-4646

cf. *Ocotea* sp.

(Fig. 22; Lám. VIII, fig. 10)

Material

Se ha analizado un único ejemplar en excelente estado de conservación, procedente del afloramiento de Coll de Saig, el cual se ha preservado en forma de impresión foliar: MGM-1071M.

Descripción del material

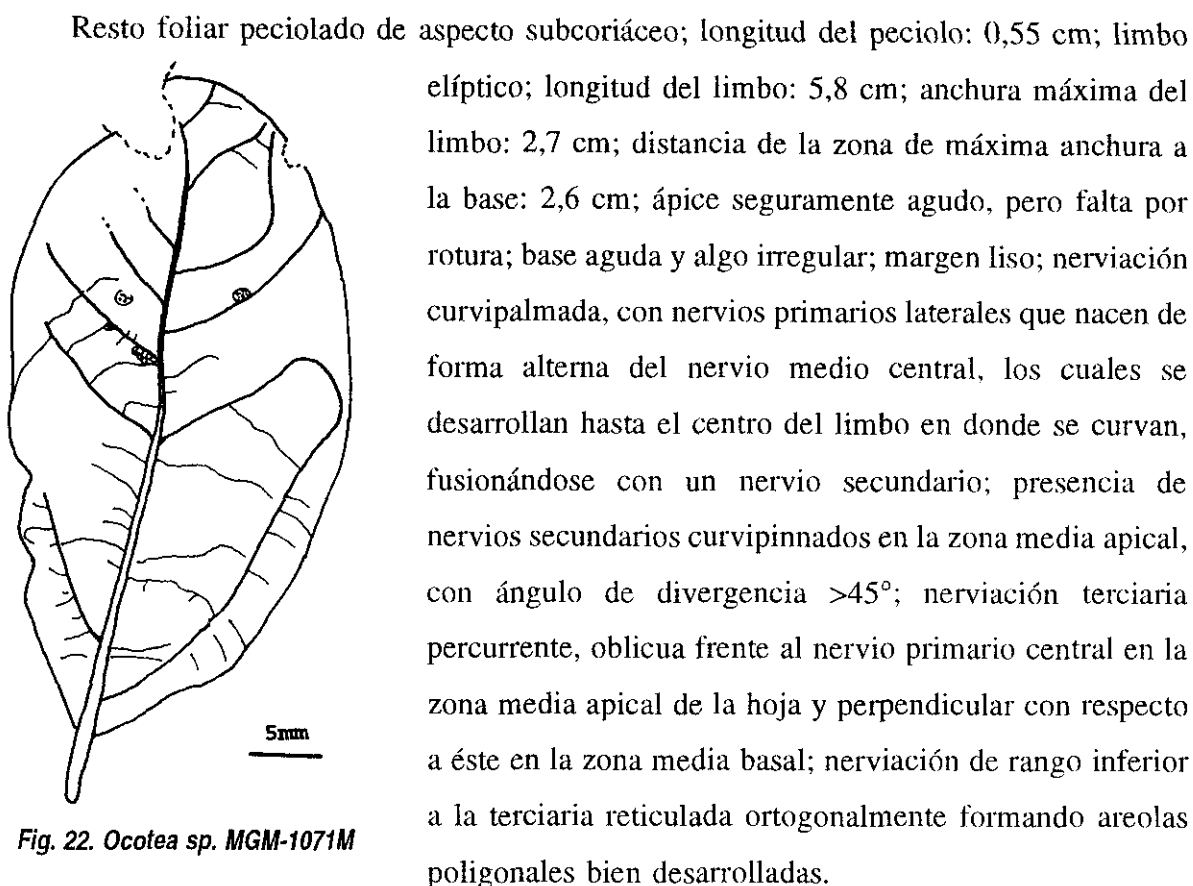


Fig. 22. *Ocotea* sp. MGM-1071M

Observaciones

El género *Ocotea* ha sido citado en el Neógeno de Europa a partir de restos foliares por varios autores, como ALMERA (1894), SAPORTA & MARION (1876), LAURENT (1904-1905), DEPAPE (1922) y SANZ DE SIRIA (1982). Las hojas estudiadas fueron comparadas con las de la especie actual de la Macaronesia *O. foetens* (Ait.) Benth. et Hook., sin embargo no existen estudios cuticulares ni se han hallado otros restos fósiles como frutos o flores que confirmen taxativamente la presencia del género *Ocotea* en Europa durante el

Terciario.

Nosotros únicamente hemos podido estudiar un resto foliar, que a causa del desarrollo de sus respectivas nerviaciones, atribuimos con duda a *Ocotea*. No obstante, quizás podría pertenecer al paragénero *Daphnogene* debido al alto grado de polimorfismo foliar que poseen las lauráceas. Pudiera ser posible que este resto foliar perteneciera a *D. eugeniae*, aunque como hemos mencionado anteriormente, no presenta la cutícula preservada por lo que no es posible relacionarlo con esta especie.

***Persea princeps* (Heer) Schimper, 1870-1872**

(Fig. 23; Lám. IX, fig. 1)

- 1850 - *Quercus nereifolia*, UNGER, pág. 403.
- 1855 - *Quercus nerifolia*, HEER, lám. I, fig. 3; lám. II, fig. 12.
- 1856 - *Laurus princeps*, HEER, págs. 77-79, lám. LXXXIX, fig. 16-17, lám. XC, fig. 17, 20, lám. XCVII, fig. 1.
- 1856 - *Quercus nerifolia*, HEER, pág. 45-46, lám. LXXIV, figs. 1-7, fig. 16a-d; lám. LXXV, fig. 2; lám. LXXV, fig. 2.
- 1859 - *Quercus nerifolia*, HEER, pág. 178, lám. CLII, fig. 3.
- 1859 - *Persea osorum*, MASSALONGO & SCARABELLI, pág. 271, lám. XIII, fig. 7.
- 1859 - *Quercus nereifolia*, MASSALONGO & SCARABELLI, págs. 188-189, lám. XXXI, fig. 6.
- 1867 - *Quercus nerifolia*, STUR, pág. 153.
- 1868 - *Laurus princeps*, ETTINGSHAUSEN, pág. 43.
- * 1870-1872 - *Persea princeps*, SCHIMPER, pág. 831.
- 1870-1872 - *Quercus nerifolia*, SCHIMPER, págs. 621-622.
- 1884-1885 - *Persea* sp., RÉROLLE, págs. 286-288, lám. X, fig. 4.
- 1884-1885 - *Quercus* sp., RÉROLLE, págs. 274-275, lám. IX, fig. 5.
- 1887 - *Laurus princeps*, BOULAY, págs. 22-23.
- 1890b - *Persea indica*, BOULAY, pág. 19, fig. 1.
- 1891 - *Quercus nerifolia*, ZITTEL, pág. 428.
- 1892 - *Laurus princeps*, ETTINGSHAUSEN, pág. 98.
- 1894 - *Quercus nerifolia*?, ALMERA, pág. 327.
- 1904-1905 - *Persea indica* SPR. *pliocenica*, LAURENT, págs. 152-156, fig.-text. 26, lám. VI, fig. 7.
- 1908 - *Persea indica*, LAURENT, págs. 46-49, lám. VI, fig. 8, lám. VII, fig. 1.
- 1921 - *Quercus nerifolia*, POTONIÉ, fig. 290.
- 1922 - *Persea indica* SPR. *pliocenica*, DÉPAPE, pág. 171, fig.-text. 25, lám. X, fig. 10-12.
- 1945 - *Diospyros brachysepala*, VILLALTA & CRUSAFONT, lám. VII.
- 1945 - *Ficus lanceolata*, VILLALTA & CRUSAFONT, págs. 345, 350, lám. IX.
- 1945 - *Juglans* cf. *vetusta*, VILLALTA & CRUSAFONT, págs. 344, 348, lám. II.
- 1945 - *Persea* cf. *braunii*, VILLALTA & CRUSAFONT, págs. 345, 350, lám. II.
- 1945 - *Persea* cf. *speciosa*, VILLALTA & CRUSAFONT, págs. 345, 350, lám. IX.
- 1945 - *Persea* sp., VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 345.
- 1945 - *Quercus nerifolia*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 348, lám. VII.
- 1947 - *Quercus nerifolia*, SOLÉ & LLOPIS, pág. 94, lám. XV.
- 1950 - *Persea* cf. *braunii*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 162.
- 1950 - *Persea* sp., MENÉNDEZ AMOR, pág. 162.
- 1950 - *Quercus nerifolia*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 161.
- 1951 - *Persea* aff. *Persea indica*, ARENES, pág. 78.
- 1951 - *Persea* cf. *braunii*, BATALLER, pág. 140.
- 1951 - *Persea* sp., BATALLER, pág. 140.
- 1951 - *Quercus nerifolia*, BATALLER, págs. 140, 144.
- 1954 - *Persea princeps*, HANTKE, págs. 69-70, lám. 10, figs. 4-6.
- 1955 - *Cassia paleogea*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 125-126, lám. XLVIII, fig. 6.
- 1955 - *Cinnamomum lanceolatum*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 115, lám. XXXVI, fig. 1.
- 1955 - *Dicotyledonea* sp., MENÉNDEZ AMOR, págs. 181-182, lám. LI, fig. 3.
- 1955 - *Diospyros anceps*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 166-167, lám. XXXVII, fig. 2.
- 1955 - *Diospyros brachysepala*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 167-168, lám. XXXVII, fig. 1.
- 1955 - *Dodonea ptelefolia*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 147-148, lám. XLIII, fig. 3.

- 1955 - *Ficus pulcherrima*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 104, lám. XXXII, fig. 3.
 1955 - *Juglans acuminata*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 88-89, lám. XLIV, fig. 2-3.
 1955 - *Juglans vetusta*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 89-90, lám. XLIV, fig. 4.
 1955 - *Laurus princeps*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 112-113, lám. XXXIV, fig. 1.
 1955 - *Melastomites radobojanus*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 139, lám. XLVI, fig. 2.
 1955 - *Persea braunii*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 116-117, lám. XXXIV, fig. 3.
 1955 - *Persea* sp., MENÉNDEZ AMOR, pág. 117.
 1955 - *Punica granatum* L. var. *planchoi*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 138, lám. XLVI, fig. 3.
 1955 - *Quercus neriifolia*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 82-83, lám. XXVII, figs. 2-3.
 1955 - *Quercus salicina*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 85, lám. XXVII, fig. 1.
 1955 - *Rhododendron megiston*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 163, lám. XXXVIII, fig. 6.
 1958 - *Quercus neriifolia*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 137.
 1963 - cf. *Laurus princeps*, KOTLABA, págs. 68-69, lám. VI, fig. 7.
 1965 - *Quercus neriifolia*, HANTKE, págs. 27-30.
 1965 - *Persea princeps*, HANTKE, págs. 27-30, lám. 4, figs. 1-3.
 1966 - *Persea* cf. *indica*, ANDREÁNSZKY, pág. 33, fig. 19.
 1971 - *Laurus princeps*, FERNÁNDEZ MARRÓN, pág. 72-74, lám. IV, fig. 7.
 1973 - *Persea princeps*, GIVULESCU & OLOS, pág. 39, lám. XXI, fig. 7.
 1973 - *Quercus neriifolia*, GIVULESCU & OLOS, pág. 14, taf. I, fig. 1; lám. V, fig. 10.
 1975 - *Persea princeps*, GIVULESCU, pág. 153, fig. 1, lám. 13, fig. 4.
 1977 - *Quercus neriifolia*, SANZ DE SIRIA, pág. 26.
 1979 - *Persea princeps*, MÁDLER & STEFFENS, pág. 16.
 1979 - cf. *Quercus neriifolia*, MÁDLER & STEFFENS, pág. 16, lám. 4, fig. 7.
 1980b - *Quercus neriifolia*, SANZ DE SIRIA, págs. 13-14, lám. I, fig. 20a.
 1981 - *Persea princeps*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
 1981 - *Quercus neriifolia*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 559.
 1981 - *Persea princeps*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, págs. 34, 36.
 1981 - *Laurus princeps*, SANZ DE SIRIA, pág. 63, fig. 9.
 1981 - *Quercus neriifolia*, SANZ DE SIRIA, págs. 5-6, lám. I, fig. 4.
 1982 - *Persea indica* SPR. var. *pliocenica*, SANZ DE SIRIA, pág. 10, lám. I, fig. 16.
 1985 - *Laurus princeps*, HABLY, págs. 97, 143, fig.-text. 11, lám. V, figs. 2-3, lám. XIV, figs. 1-6, lám. V, figs. 1, 4.
 1986 - *Laurophyllum princeps*, KNOBLOCH & VELITZELOS, pág. 6, lám. 5, fig. 1.
 1987 - *Quercus neriifolia*, IBÁÑEZ, pág. 199.
 1987 - *Laurophyllum princeps*, KNOBLOCH & VELITZELOS, pág. 162.
 1988 - *Quercus neriifolia*, VICENTE I CASTELLS, pág. 28, lám. I, fig. 22.
 1990 - *Persea princeps*, GIVULESCU, págs. 39-40, lám. 7, fig. 4.
 1991 - *Quercus neriifolia*, BARRÓN, págs. 186-203, lám. VIII, figs. 2-4.

Material

Se han estudiado 130 ejemplares con una conservación que va de excelente a mediocre, que se preservan como impresiones y compresiones foliares sin trazas cuticulares, procedentes de los afloramientos de Alp, barranco de Salanca, Beders, Pedrá, Coll de Saig y San Salvador:

CA-8962-1, CA-8962-2, CA-8962-3, CA-8962-4, CA-8962-5, CA-8962-6, CMV-993, CMV-1022, CMV-1038, MGBG-A-41, MGBG-A-43, MGBG-A-76, MGBG-A-107, MGBG-A-111, MGBG-A-132, MGBV-9490, MGBV-9689, MGBV-9760, MGBV-9791, MGBV-9889, MGBV-9903, MGBV-9904, MGBV-10044, MGBV-10072, MGBV-10173, MGBV-10465, MGBV-10488, MGBV-10496, MGBV-10511, MGBV-10512, MGBV-11709, MGM-227M, MGM-1047M, MGM-1083M, MGSB-4039, MGSB-31199, MGSB-31213, MGSB-31373, MGSB-31377, MGSB-40314, MGSB-40453, MGSB-48474, MGSB-48475, MNCNV-143, MNCNV-248, MNCNV-249, MNCNV-256, MNCNV-263, MNCNV-274, MNCNV-290, MNCNV-292, MNCNV-300, MNCNV-321, MNCNV-353, MNCNV-367, MNCNV-377, MNCNV-380, MNCNV-459, MNCNV-461, MNCNV-462, MNCNV-466, MNCNV-508, MNCNV-509, MNCNV-513, MNCNV-515, MNCNV-516, MNCNV-518, MNCNV-519, MNCNV-522, MNCNV-540, MNCNV-698, MNCNV-705, MNCNV-718, MNCNV-741, MNCNV-747, MNCNV-795, MNCNV-816, MNCNV-840, MNCNV-848, MNCNV-890, MNCNV-891, MNCNV-895, MNCNV-897, MNCNV-904, MNCNV-906, MNCNV-908, MNCNV-915, MNCNV-933, MNCNV-3042, MNCNV-3046, MNCNV-3054, MNCNV-3645, MNCNV-4284, MNCNV-4285,

MNCNV-4303, MNCNV-4602, MNCNV-4603, MNCNV-4604, MNCNV-4605, MNCNV-4606, MNCNV-4607, MNCNV-4608, MNCNV-4609, MNCNV-4610, MNCNV-4611, MNCNV-4612, MNCNV-4613, MNCNV-4614, MNCNV-4615, MNCNV-4616, MNCNV-4618, MNCNV-4619, MNCNV-4620, MNCNV-4621, MNCNV-4622, MNCNV-4626, MNCNV-4631, MNCNV-4634, MNCNV-4635, MNCNV-4643, MNCNV-4644, MNCNV-5046, UCM-CCS-18, UCM-CCS-19, UCM-CCS-47, UCM-CSS-50, UCM-CCS-52, UCM-CCS-53, UCM-CCS-56, UCM-BLL-13.

Diagnosis original (SCHIMPER, 1870-1872).

Foliis coriaceis, late lanceolatis, vel lanceolato-ellipticis, utrinque attenuatis, nervo primario prominente, nervis secundariis tenuibus, sparsis, numerosis, subangulo plus minus aperto egredientibus, secus marginem camptodromis, nervulis subtiles reticulatis. Fructu piriformi.

Descripción del material

Restos foliares subcoriáceos con peciolo patente de 2,4-0,1 cm de longitud; limbo polimórfico elíptico, lanceolado, oblanceolado, estrecho obovado u ovado; longitud del limbo: 13-3 cm; anchura máxima del limbo: 4,6-0,9 cm; distancia de la zona de máxima anchura del limbo a la base: 8,6-0,6 cm; ápice de agudo a acuminado; base de redondeada a cuneada; margen liso, a veces algo sinuoso; nerviación curvipinnada simple; nervio medio derecho y robusto; 15-7 pares de nervios secundarios alternos u opuestos, curvados uniforme o abruptamente con ángulo de divergencia que puede ser tanto agudo moderado como recto; a veces los nervios secundarios se ramifican en su parte final; aparición ocasional de dicotomías en los nervios secundarios; presencia de nervios intersecundarios; nerviación terciaria reticulada al azar o percurrente; si es percurrente: oblicua frente al nervio medio y con desarrollo derecho o ahorquillado; nerviación de rango inferior reticulada ortogonalmente formando areolas poligonales bien desarrolladas; presencia ocasional de venillas ramificadas en las areolas.

Observaciones

P. princeps es una especie que se encuentra abundantemente representada desde el Oligoceno inferior hasta el Plioceno en los yacimientos de macroflora de Europa; habiendo sido descrita por primera vez de forma errónea por UNGER (1850), como *Quercus nereifolia*, a partir de un conjunto de ejemplares del Sarmatiense de Oehningen.

Algunos autores como KNOBLOCH & VELITZELOS (1986), opinan que esta especie

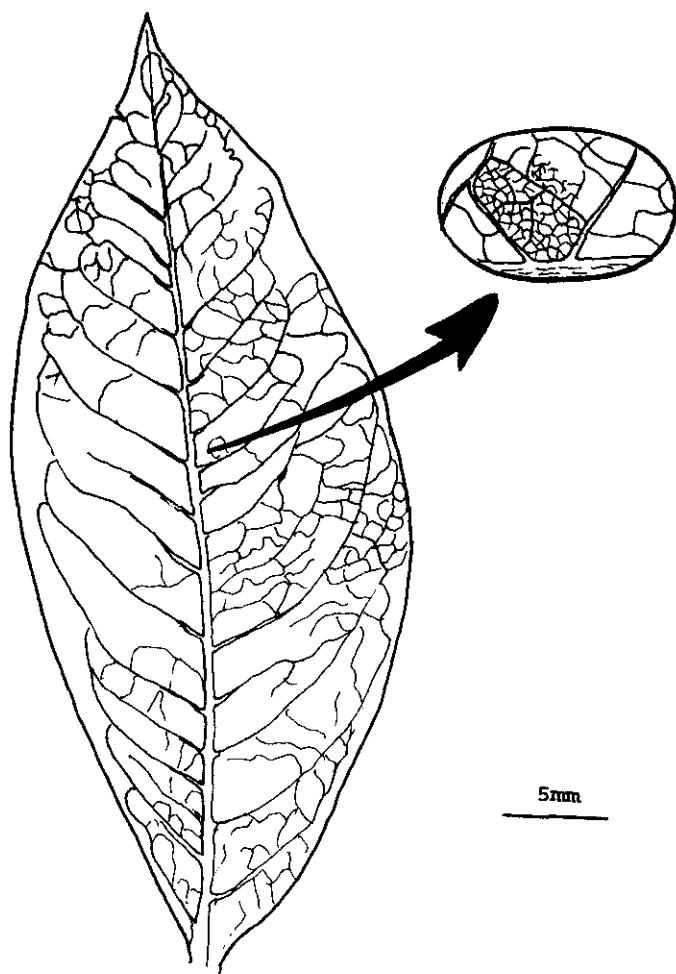


Fig. 23. *Persea princeps* MNCNV-4605

no se debería considerar dentro del género *Persea* Plum. ex L., sino incluida en *Laurophyllum princeps* (Heer) Krausel & Weyland. Aunque no hemos encontrado restos foliares con la cutícula preservada, de igual forma que HANTKE (1954), consideramos que el tipo de nerviación que muestran los ejemplares estudiados es típica del género *Persea*, por lo que los restos estudiados, al no presentar caracteres equívocos, no pueden ser considerados como *Laurophyllum*.

Es de destacar el marcado polimorfismo que esta especie presenta, razón ésta por la que, a partir de material procedente de la Cerdaña algunos autores como VILLALTA & CRUSAFONT

(1945) y MENÉNDEZ AMOR (1955), citaron gran cantidad de taxones que no existieron en esta zona durante el Mioceno Superior.

El taxón actual que más recuerda a *P. princeps* es *P. indica* (I. K.) Spreng., de la Macaronesia. Posiblemente, la especie terciaria sea su antepasado. Ésta es la primera vez que se cita *P. princeps* en el Mioceno Superior de la Cerdaña.

Distribución estratigráfica y geográfica

- Chatiense.** Wetterau, Alemania (SCHIMPER, 1870-1872).
- Egeriense.** Schiltal, Khole, Rumanía (GIVULESCU & OLOS, 1973).
- Oligoceno superior.** Sluknov, Checoslovaquia (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1971).

P. princeps se encuentra también citado en el Oligoceno de Sarreal, Cuenca de

Barberà, España (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1971).

-Mioceno Inferior. Ipolytarnóc, Hungría (HABLY, 1985).

-Aquitaniense. Bois d'Assom, Manosque, Francia; Brognon y Armissant, Francia (SAPORTA, 1866; SCHIMPER, 1870-1872).

-Burdigaliense. Palma de Mallorca, España (ARENES, 1951); Martorell, Costa Blanca, España (SANZ DE SIRIA, 1981).

-Helveciense. Köflach, Estiria, Austria (VICENTE CASTELLS, 1988).

-Aragoniense. Çanakale-Çan-Demirci, Turquía (MÄDLER & STEFFENS, 1979).

-Vallesiense. La Bisbal, Bajo Ampurdán, España (SANZ DE SIRIA, 1981); Seo de Urgel, Lérida, España (SANZ DE SIRIA, 1980b); la Cerdaña, Lérida, España.

-Tortoniense. Montjuïc, Barcelona, España (VICENTE CASTELLS, 1988).

-Sarmatiense inferior o Tortoniense superior. Domadice y Brhlovce, Checoslovaquia (KOTLABA, 1963).

-Sarmatiense. Montajone, Sarzanello y Val d'Arno, Toscana, Italia (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1971; VICENTE CASTELLS, 1988); Berlingen, Locle, Oehningen y Schrotzburg, Suiza (HEER, 1856).

-Pannoniense. Delureni y Chiuzbaia, Rumanía (GIVULESCU, 1975. 1990).

-Pontiense. Privas, Rochessauve, Ardèche, Francia (BOULAY, 1887; FERNÁNDEZ MARRÓN, 1971).

-Messiniense. Senigalia, Ancona, Italia (MASSALONGO & SCARABELLI, 1859).

-Mioceno Superior. Wies, Austria (ETTINGSHAUSEN, 1892); Kesselstein y Sobrussan, Bohemia, Checoslovaquia (SCHIMPER, 1870-1872); Likudi, Grecia (KNOBLOCH & VELITZELOS, 1986).

-Plaisanciense. Torrente de Esplugas de Llobregat, España (ALMERA, 1894); Siura, Gerona, España (SANZ DE SIRIA, 1982); Saint-Marcel y Thèziers, Valle del Ródano, Francia (DEPAPE, 1922); Pas-de-la-Mougudo, Francia (LAURENT, 1904-1905); Niac, Cantal, Francia (LAURENT, 1908).

Además está citado en el Plioceno de Kumi, Grecia (SCHIMPER, 1870-1872); Chiuzbaia, Transylvania, Rumanía (GIVULESCU & OLOS, 1973); Les Clausades, Francia (MARTY, 1905).

Orden Nymphaeales

Familia *Nymphaeaceae* Salisbury, 1805

Los primeros registros de esta familia son semillas colectadas en sedimentos maastrichtienses de Centroeuroa (COLLINSON, 1980; KNOBLOCH & MAI, 1984), y palinomorfo del mismo periodo procedentes del Canadá (MULLER, 1981), aunque éstos poseen disemejanzas con los de los géneros actuales. Según CEVALLOS-FERRIZ & STOCKEY (1989) y TAYLOR & TAYLOR (1993), parece ser que a partir de la mitad del Eoceno las ninféáceas ya se encontraban tal y como las conocemos en la actualidad.

Esta familia hoy en día se encuentra integrada por 5 géneros y alrededor de 90 especies de plantas acuáticas dulceacuícolas con distribución cosmopolita (CRONQUIST, 1981).

En los sedimentos de la Cerdaña se han hallado palinomorfo y un resto foliar indeterminable.

MICRORRESTOS

Nymphaeaceae

(Lám. IX, fig. 3)

La familia *Nymphaeaceae* presenta una polinización entomófila de sus flores, seguramente esta es una de las razones por la que sus palinomorfo no son abundantes en el registro fósil.

Granos asignables a esta familia se han hallado en cantidades apreciables en las minas de Sampsor y Sanavastre, y de forma puntual, en los afloramientos del barranco de Salanca, torrente de Vilella, Beders, torrente de la Bavosa, riu de Santa María, Prats, camino al Serrat de Nas, Can Vilella y vertedero de Sampsor, siendo relacionables con la especie parataxónica *Nymphaeaceae pollenites minor* Nagy. Según NAGY (1985), esta paraespecie ha sido encontrada desde el Badeniense hasta el Pannoniense Superior en Hungría.

Esta es la primera cita del polen de esta familia en el Mioceno Superior de la Cerdaña y también es la primera cita de la paraespecie *N. minor* en el Terciario español.

Descripción del material

Granos monosulcados; de subprolatos a esferoidales en vista ecuatorial; esferoidales en vista polar; P=26,36-2,9 µm; E=17,27-9,27 µm; el sulco parece alcanzar la zona polar;

exina de 1,36 μm de grosor no diferenciable en nexina y sexina; téctum completo; superficie equinulada; longitud de las equinas $\approx 3,6 \mu\text{m}$; base de las equinas engrosada.

Debemos mencionar que la gran mayoría de los granos estudiados están rotos y abiertos por la zona del sulco.

MACRORRESTOS

Nymphaeaceae

(L m. IX, fig. 2)

Material

Se ha estudiado una única impresión foliar en buen estado de conservación procedente del afloramiento de Coll de Saig: CJQ-002.

Descripción del material

Resto foliar orbicular; peciolo no preservado; diámetro aproximado: 24 cm; margen no prerservado, posiblemente liso; nerviación rectipalmada; nervios de primer orden en algunas ocasiones se ramifican al acercarse al margen; nervios de segundo orden conectan de forma percurrente los primarios formando una malla intrincada; no se observa nerviación terciaria.

Observaciones

Tras el estudio de este ejemplar y dado su estado de preservación, no podemos relacionarlo con ningún género en concreto de esta familia. Por esta razón lo identificamos a nivel familiar.

Ésta es la primera vez que se describen restos foliares de Nymphaeaceae en el Mioceno Superior de la Cerdaña.

Subclase Ranunculidae

Orden Ranunculales

Familia Berberidaceae A. L. de Jussieu, 1789

No está claro cuando apareció esta familia sobre el Globo. MULLER (1981) expresa que el par g nero descrito a partir de granos de polen, *Sigmopollis* Janzen & Norris, del Turolense de Canadá, fue referido a esta familia por su apertura espiral. Sin embargo, estas

aperturas son conocidas en otras familias como Acanthaceae, Iridaceae y Eriocaulaceae. Restos macroscópicos asignables a esta familia han sido descritos en localidades neógenas de Europa (HEER, 1859).

Esta familia presenta en la actualidad 13 géneros, donde se integran unas 650 especies, que habitan principalmente regiones templadas del Hemisferio Norte y montañas del Sur de América (CRONQUIST, 1981).

MICRORRESTOS

Berberidaceae

(Lám. IX, fig. 4)

Granos de polen asignables a esta familia se han hallado de forma aislada únicamente en los afloramientos del torrente de Vilella, barranco de Salanca y Prats. Siendo referibles a la tribu Berberideae de la subfamilia Berberidoideae.

Descripción del material

Granos sincolpados, espiroaperturados; heteropolares; asimétricos; más o menos esféricos; diámetro=30-36.5 μm ; exina de unas 2 μm de espesor; sexina=nexina; tectum completo; infratectum columelado; superficie de ligeramente escábrida a microrreticulada.

Observaciones

El polen aquí descrito debiera ser incluido dentro del tipo *Berberis vulgaris* L., descrito por BLACKMORE & HEATH (1984). Sin embargo, ERDTMAN (1986) expresa que algunas especies del género *Mahonia* Nutt., presentan granos con características idénticas a los de *Berberis* L. Por esta razón nos ha parecido más adecuado nombrar a este tipo de pólenes como Berberidaceae sin especificar.

La escasa cantidad de polen estudiado puede ser debido a la polinización entomófila que presentan las plantas de esta familia, o quizás a su fragilidad. BLACKMORE & HEATH (1984), ponen de manifiesto que el polen de los géneros *Berberis* y *Mahonia* es susceptible de estropearse durante la acetólisis, posiblemente esta debilidad se ponga también de manifiesto frente a los diversos factores que afectan al polen durante los procesos de fosilización.

Para terminar apuntaremos que podría ser que en el Mioceno Superior de la Cerdaña

hubieran existido diferentes especies de berberidáceas, ya que se han hallado palinomorfos con exinas microrreticuladas y con exinas ligeramente escábridas.

Familia *Ranunculaceae* A. L. de Jussieu, 1789

Las primeras citas de restos supuestamente asignables a esta familia se remontan al Cretácico Inferior de Santa María de Meyá (Lérida), donde a partir de macrorrestos se describió la especie *Ranunculus ferrerii* (Teixeira) Blanc-Louvel.

Palinomorfos atribuibles sin lugar a dudas a *Ranunculaceae* se describieron en el Albiense y Cenomaniense de Brasil como *Cretaceaiporites scabratus* Herengreen, siendo semejantes al actual género *Thalictrum* L. (MULLER, 1981; BLANC-LOUVEL, 1984).

No obstante, algunos autores como MULLER (1981), consideran erróneas estas citas, ya que, por una parte, los ejemplares macroscópicos estudiados se han encontrado en forma de impresiones y no se han podido estudiar anatómicamente, y por otra, los palinomorfos no han sido estudiados al M.E.B. lo que podría confirmar sin duda su adscripción a las ranunculáceas. Por éstas razones, parece que los primeros registros verdaderamente fiables se remontan al Mioceno Inferior, en donde se han detectado granos similares a los del género *Thalictrum*. Palinomorfos relacionables con el género *Ranunculus* L. no se han hallado hasta el Mioceno Superior (MULLER, 1981).

En la actualidad presenta unos 50 géneros y más de 1.800 especies. Se trata de una familia cosmopolita, centrada en las regiones templadas y frías del Hemisferio Norte (HEYWOOD, 1985).

En los sedimentos de la Cerdaña se han detectado varios tipos de granos que son relacionables con la familia *Ranunculaceae*. No ha sido posible atribuir éstos a un género determinado ya que, como exponen CLARKE *et al.* (1991), hay varios géneros de ranunculáceas como *Ranunculus*, *Anemone* L., *Ceratocephala* Moench., *Clematis* L. y *Pulsatilla* Mill., que son estenopalinos.

MICRORRESTOS

Ranunculaceae

Palinomorfos asignables a esta familia han sido determinados de forma puntual en todos los afloramientos de la Cerdaña, menos en Oliá. Su presencia puntual puede deberse a su dispersión entomófila, aunque muchos de sus representantes son acuáticos. Nosotros

hemos detectado varias formas que hemos agrupado en los siguientes tipos:

Descripción del material

a) Tipo 1 (Lám. IX, fig. 7): granos 3-zonocolpados; isopolares; radialmente simétricos; subprolotos en visión ecuatorial; circulares en vista polar; $P=35,5-29\text{ }\mu\text{m}$; $E=29-27\text{ }\mu\text{m}$; colpos estrechos de unas $2\text{ }\mu\text{m}$ de anchura, llegando hasta los polos donde se fusionan entre ellos; exina de $2-3\text{ }\mu\text{m}$ de espesor; sexina dos veces más gruesa que la nexina; téctum completo; superficie verrucada.

Este tipo de polen es referible al de *R. acris* L., y solamente se ha hallado en el afloramiento de Beders siendo la primera vez que se describe este tipo en el Mioceno Superior de la Cerdaña.

b) Tipo 2 (Lám. IX, fig. 6): granos 3-zonocolpados; isopolares; radialmente simétricos; de prolotos a subprolotos en vista ecuatorial; circulares en visión polar; $P=30-32,2\text{ }\mu\text{m}$; $E=23,6-19\text{ }\mu\text{m}$; colpos estrechos de $1,8-2\text{ }\mu\text{m}$ de anchura; exina de $\approx 2,5-3\text{ }\mu\text{m}$ de espesor; sexina=nexina; téctum completo; infratécum columelado; superficie verrucada.

Este tipo es el que se encuentra más comúnmente en los afloramientos de la depresión Ceretana, pudiéndose relacionar con todos los géneros anteriormente citados, según lo expuesto por CLARKE *et al.* (1991).

c) Tipo 3 (Lám. IX, fig. 11): Granos 3-zonocolpados; isopolares; radialmente simétricos; subprolotos en vista ecuatorial; circulares en vista polar; $P\approx 41\text{ }\mu\text{m}$; $E\approx 29\text{ }\mu\text{m}$; colpos estrechos de $1,8\text{ }\mu\text{m}$ de espesor; exina de aproximadamente $3,6\text{ }\mu\text{m}$ de grosor; sexina dos veces más gruesa que la nexina; téctum completo; infratécum columelado; superficie granulada.

Este tipo de polen únicamente ha sido hallado en el afloramiento de Prats. Se podría relacionar con los mismo géneros que el tipo 2.

MACRORRESTOS

cf. *Ranunculus* sp.

(Fig. 24. Lám. IX, fig. 12)

Material

Dos ejemplares conservados como impresiones en buen estado de conservación, procedentes de los afloramientos de Coll de Saig y San Salvador: MNCNV-4601 y MNCN s/n.

Descripción del material

Restos foliares unidos por cortos tallos; limbos laciniados; longitud del limbo $\approx 0,75$ cm; anchura máxima $\approx 0,52$; anchura aproximada de las lacinias: 0,1 cm; las lacinias en número de 7-9 se ramifican y dicotomizan, a veces de forma irregular, adelgazando su grosor; no se observa nerviación, que suponemos se desarrolló longitudinalmente a lo largo de las lacinias, ramificándose de forma dicótoma de la misma manera que éstas.

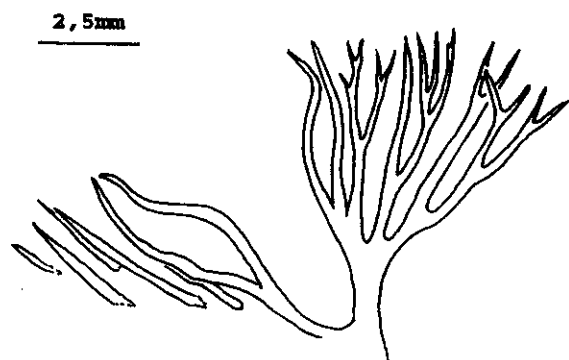


Fig. 24. cf. *Ranunculus* sp. MNCN s/n

Observaciones

Estos restos foliares pertenecen a plantas de vida acuática, posiblemente del género *Ranunculus* L. No obstante, limbos laciniados también se encuentran presentes en otros géneros de dicotiledóneas como *Ceratophyllum* L.

Por esta razón, ya que no se han encontrado cutículas ni frutos o flores en conexión orgánica con estos restos, lo cual nos hace tener dudas acerca de su atribución genérica, los citamos como cf. *Ranunculus* sp.

Es la primera vez que se describen en el Vallesense de la depresión Ceretana restos foliares de este tipo.

Subclase Hamamelidae

Orden Hamamelidales

Familia Platanaceae Dumortier, 1879

Los primeros registros de esta familia se remontan a la mitad del Albiense Superior y al Cenomaniense (FRIIS *et al.*, 1981; FRIIS & CRANE, 1989). En estos períodos se han

atribuido a esta familia tanto restos foliares como inflorescencias, infrutescencias y palinomorfos (FRIIS & CRANE, 1989).

La familia Platanaceae comprende únicamente al género *Platanus* L., el cual presenta unas 9 especies, que habitan hoy en día en Norteamérica, Indochina, el Himalaya y la Península Balcánica (HEYWOOD, 1985; CRANE, 1989).

Maderas afines a las del género *Platanus*, se han hallado en el Campaniense de California (WOLFE, 1973).

Según MULLER (1981), los primeros registros polínicos relacionables con el género *Platanus* datan del Eoceno Superior del Sureste de Estados Unidos.

En los afloramientos de la Cerdaña, hemos detectado este género únicamente a partir de granos de polen, aunque algunos autores lo han citado de forma errónea tras el estudio de macrorrestos atribuibles a aceráceas y araliáceas (RÉROLLE, 1884-1885; ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, 1981).

MICRORRESTOS

Platanus sp.

(Lám. IX, fig. 5)

Se ha encontrado por primera vez en la Cerdaña una cantidad exígua de granos en los afloramientos del barranco de Salanca, torrente de Vilella, camino al Serrat de Nas, camino de Balltarga a Bor y en la mina de Sanavastre. Este tipo de polen es semejante al de las especies actuales: *P. orientalis* L., de Europa oriental, y *P. occidentalis* L., de Norteamérica.

El género *Platanus* presenta una polinización anemófila.

Descripción del material

Granos 3-zonocolpados; isopolares, radialmente simétricos; en vista ecuatorial de subprolotos a esferoidales; en vista polar, circulares; $E \approx 16 \mu\text{m}$; $P \approx 19,5 \mu\text{m}$; colpos cortos y estrechos de aproximadamente $1,8 \mu\text{m}$; exina de unas $1,5 \mu\text{m}$ de espesor; sexina dos veces más gruesa que la nexina; téctum parcial; infratéctum columelado; superficie reticulada; lúmenes de los retículos $< 1 \mu\text{m}$.

Familia Hamamelidaceae R. Brown in Abel, 1818

Según FRIIS & CRANE (1989), el estudio de semillas y flores documentan que esta

familia ya estaba presente a finales del Cretácico.

Presenta actualmente 26 géneros y alrededor de 100 especies distribuidas en las regiones templadas y subtropicales de ambos Hemisferios (HEYWOOD, 1985).

En el Mioceno Superior de la Depresión Ceretana se han encontrado granos de polen asignables a los géneros *Liquidambar* L. y *Parrotia* C. A. Mey., así como restos foliares de difícil asignación genérica.

El género *Liquidambar* actualmente presenta cuatro especies que habitan en Norteamérica y Asia (HUTCHINSON, 1967). Restos macroscópicos de plantas semejantes a las actuales representantes de este género han sido registrados en el Maastrichtiense-Daniense del área de Amur, tratándose de infrutescencias (FRIIS & CRANE, 1989). Hay que esperar hasta el Paleoceno para encontrar pólenes relacionables con el género actual (MULLER, 1981). A partir del Oligoceno el género *Liquidambar* aparece usualmente representado en Europa a partir de macrorrestos (LAURENT, 1919).

El género *Parrotia* hoy en día se encuentra representado por una única especie (*P. persica* C. A. Mey.), que habita al sur del Mar Caspio. Este género no se conoce en estado fósil más que a partir de granos de polen procedentes del Mioceno Superior del Sur de Francia (MULLER, 1981).

MICRORRESTOS

Liquidambar sp.

(Lám. IX, fig. 8)

Este tipo de polen se ha hallado de forma puntual en todos los yacimientos de la Cerdaña excepto en los de Coll de Saig, Oliá, Can Vilella y la mina de Sanavastre, siendo referibles al tipo *L. orientalis* Mill. y a la especie parataxónica *Liquidambarpollenites orientalisformis* Nagy, la cual ha sido detectada en el Karpatiense, Badeniense y Pannoniense de Hungría. SUC (1976) afirma que este tipo de polen desapareció de los espectros polínicos en Europa Occidental a finales del Reuveriense, manteniéndose en el Pleistoceno Inferior de Italia, Languedoc (Francia) y España.

Descripción del material

Granos pantoporados; más o menos esferoidales; diámetro: 45,5-32,7 µm; poros operculados y con anillo de aproximadamente 5,45-3,63 µm de luz; usualmente éstos ni son

de la misma talla, ni de la misma morfología (de circulares a ovales), tampoco se encuentran regularmente espaciados y aparecen hundidos; anillo de $\approx 0,9 \mu\text{m}$; opérculo con gránulos en su superficie; exina de aproximadamente $1,5\text{-}2 \mu\text{m}$ de grosor; sexina=nexina; téctum parcial; infratéctum columelado; superficie reticulada.

cf. *Parrotia* sp.

(Lám. IX, fig. 9)

Palinomorfos asignables con dudas a este género, debido al menor grosor de sus exinas, se han hallado de forma puntual en los afloramientos del torrente de Vilella, Beders, Oliá y en la mina de Sanavastre. El género *Parrotia* tiene una polinización mixta entomófila y anemófila.

Descripción del material

Granos 3-zonocolpados; isopolares; radialmente simétricos; circulares en vista polar; no se han observado en vista ecuatorial; $E=35,4\text{-}38,4 \mu\text{m}$; colpos de $\approx 9 \mu\text{m}$ de anchura; exina de alrededor de $1 \mu\text{m}$ de grosor; no se observa diferenciación entre sexina y nexina; téctum perforado; superficie reticulada; lúmenes de $\approx 1,52 \mu\text{m}$ de luz.

MACRORRESTOS

Hamamelidaceae

(Fig. 25; Lám. IX, fig. 10)

- 1855 - *Quercus fagifolia*, GOEPPERT, págs. 14-15, lám. VI, figs. 9-12.
- 1867 - *Parrotia pristina*, STUR, págs. 162-163, lám. V, figs. 2-3.
- 1868 - *Parrotia pristina*, ETtingshausen, pág. 64.
- 1884-1885 - *Parrotia gracilis*, RÉROLLE, pág. 378, lám. XIV, fig. 10.
- 1884-1885 - *Parrotia pristina*, RÉROLLE, pág. 337, lám. XIV, fig. 9.
- 1887 - *Parrotia pristina*, BOULAY, pág. 27.
- 1899 - *Parrotia pristina*, BOULAY, págs. 68-69, lám. VIII, fig. 90.
- 1903 - *Parrotia pristina*, MARTY, pág. 55.
- 1945 - *Parrotia gracilis*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 345.
- 1945 - *Parrotia pristina*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 345.
- 1950 - *Parrotia gracilis*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 163.
- 1950 - *Parrotia pristina*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 163.
- 1951 - *Parrotia gracilis*, BATALLER, pág. 141.
- 1951 - *Parrotia pristina*, BATALLER, pág. 141.
- 1955 - *Parrotia gracilis*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 111.
- 1955 - *Parrotia pristina*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 110-111.
- 1958 - *Parrotia persica*, GRANGEON, págs. 184-185, lám.-text. XXXIII, figs. 1-12, lám. I, fig. 3, lám. III, fig. 5.
- 1959 - *Parrotia fagifolia*, ANDREÁNSZKY, págs. 73-74, fig. 34-35, lám. XV, figs. 2-4,6, lám. XVI, fig. 1.
- 1963 - *Parrotia pristina*, KOTLABA, págs. 55-57, 67, lám. III, figs. 3-4.
- 1963 - *Parrotia persica*, TRAIU, págs. 41-47, lám. III, figs. 1-7.
- 1972 - *Parrotia persica*, VILLALTA & VICENTE, pág. 126, lám. II, figs. 7-8.

- 1973 - cf. *Parrotia pristina*, GIVULESCU & OLOS, pág. 41.
 1981 - *Parrotia* sp., ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
 1981 - *Parrotia* sp., ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, págs. 34, 36.
 1981 - *Parrotia pristina*, LAŃCUCKA-ŚRODONIOWA et al., pág. 107, lám. 11, fig. 2b, fig. 3.
 1983 - *Parrotia persica*, ROIRON, págs. 703-704, fig. 9, n° 5-6.
 1988 - *Parrotia pristina*, KNOBLOCH, pág. 4, lám. 13, fig. 6.
 1989 - *Hamamelidoideae* gen. et sp. indet. (*Parrotia? pristina?*), MELLER, págs. 46-47, lám. 18, fig. 1-5, fig. 3.
 1989 - *Parrotia pristina*, SITÁR et al., pág. 46, lám. XXVII, fig. 5.
 1990 - *Parrotia pristina*, GIVULESCU, págs. 53-54, lám. 2, fig. 9.
 1990 - "*Parrotia*" *pristina*, KNOBLOCH, pág. 266.
 1990 - *Parrotia pristina*, STUCHLIK et al., text.- fig. 11.1.

Material

Se han estudiado 35 ejemplares foliares en estado mediano de conservación, como impresiones y compresiones sin la cutícula preservada, procedentes de los afloramientos de torrente de Vilella, Coll de Saig, Beders, barranco de Salanca y camino de Balltarga a Bor:

CA-8964-, CA-8964-2, MGBV-9733, MGBV-9811, MGBV-10153, MGSB-31323, MGSB-40402₁₋₂, MGSB-40406₁₋₂, MGSB-48467₁₋₂, MNCNV-3027, MNCNV-4343, MNCNV-4450, MNCNV-4576, MNCNV-4577, MNCNV-4578, MNCNV-4579, MNCNV-4580, MNCNV-4581, MNCNV-4582, MNCNV-4583, MNCNV-4584, MNCNV-4585, MNCNV-4586, MNCNV-4587, MNCNV-4588, MNCNV-4589, MNCNV-4590, MNCNV-4591, MNCNV-4592, MNCNV-4593, MNCNV-4594, MNCNV-4595.

Descripción del material

Restos foliares cortamente peciolados; longitud del peciolo: 0,47-0,1 cm; limbo polimórfico: orbicular, elíptico, elíptico ancho, ovado ancho y obovado; longitud del limbo: 4,95-2,6 cm; anchura máxima del limbo: 2,7-1,7 cm; distancia de la zona de máxima anchura de limbo a la base: 3,03-0,77 cm; ápice de agudo a redondeado; base redondeada, decurrente o cordada; margen liso pero irregularmente ondulado, ondulaciones a donde llegan los nervios secundarios más patentes hacia el ápice; nerviación reticulipalmada; alrededor de 5 pares de nervios secundarios curvados uniformemente y ángulo de divergencia de unos 45°, éstos no llegan a tocar el margen curvándose y anastomosándose entre ellos; de los nervios primarios laterales no nace ningún nervio secundario; nervios terciarios percurrentes, con curso derecho o ahorquillado, siendo oblíquos frente al nervio de primer orden central; nerviación de rango inferior reticulada ortogonalmente formando areolas poligonales bien desarrolladas.

Observaciones

Los ejemplares por nosotros estudiados son idénticos a las hojas que en la actualidad presentan varias especies de Hamamelidaceae incluidas en los géneros *Parrotia*, *Corylopsis* Sieb. & Zucc., *Hamamelis* L. y *Fothergilla* Murr.

La determinación de los géneros de la familia Hamamelidaceae se realiza básicamente

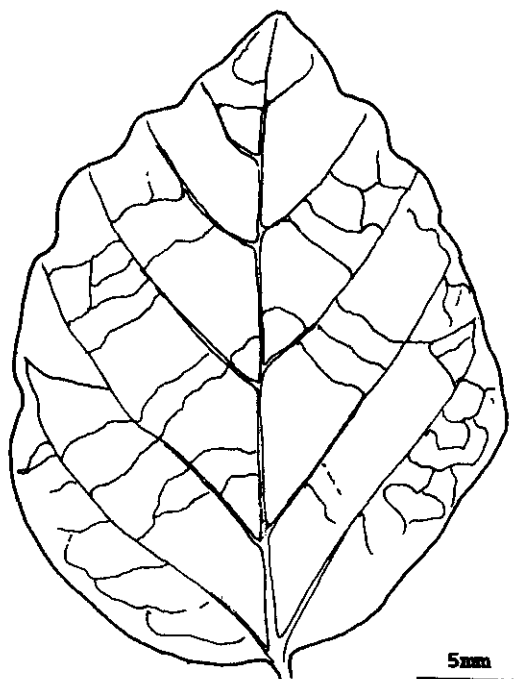


Fig. 25. Hamamelidaceae MNCNV-4538

taxonómico.

Es posible, tras el análisis polínico realizado, que los restos foliares estudiados se deban relacionar con el género *Parrotia*, ya que se han hallado palinomorfos posiblemente asignables a este género.

Distribución estratigráfica y geográfica

- Chatiense.** Wetterau, Alemania (ETTINGSHAUSEN, 1868).
- Eggeburgiense-Ottangiense.** Belchatów, Polonia (STUCHLIK et al., 1990).
- Aquitaniense.** Gergovia, Puy-de-Dôme, Francia (BOULAY, 1899).
- Tortoniense.** Tállya, Hungría (STUR, 1867).
- Burdigaliense.** Bilin, Bohemia, Checoslovaquia (STUR, 1867).
- Sarmatiense inferior o Tortoniense superior.** Domedia y Bory, Checoslovaquia (KOTLABA, 1963).
- Sarmatiense.** Erdobénye, Tállya, Bánhorváti, Várlopatá, Balaton y Szelecsi-Tales, Hungría (ANDREÁNSZKY, 1959).
- Vallesiense.** Sprendligen, Rheinhessen, Alemania (MELLER, 1989); la Cerdaña, Lérida, España.

a partir de sus caracteres florales y seminales. Ni las hojas, ni las epidermis de éstas contribuyen a diferenciarlos (TRALAU, 1963). Nosotros estamos de acuerdo con esta apreciación, por lo que, aunque algunos autores como KNOBLOCH (1990) prefieren incluir este tipo de resto foliar en la especie "*Parrotia*" *pristina*, creemos más correcto englobarlos a nivel de familia en un grupo sin especificar.

La especie descrita en el Mioceno Superior de la Cerdaña por RÉROLLE (1884-1885), *Parrotia gracilis*, no es más que una forma polimórfica del taxón que nos ocupa, por lo que pensamos que no presenta valor

-Pannoniense. Chiuzbaia, Rumanía (GIVULESCU, 1990).

-Pannoniense-Pontiense. Brickyard Aubenham cerca de Ampfing, Baviera Superior, Alemania (KNOBLOCH, 1988).

-Pontiense. Charay, Privas y Rochessauve, Ardèche, Francia (BOULAY, 1887; GRANGEON, 1958); Joursac, Cantal, Francia (MARTY, 1903); Pinicíná, Sur de Eslovaquia, Checoslovaquia (SITÁR et al., 1989); Schossnitz, Silesia, Polonia (GOEPPERT, 1855).

-Plioceno Superior. Sośnica cerca de Wrocław, Silesia, Polonia (LAŃCUCKA-ŚRODONIOWA et al., 1981).

Además aparece en el Plioceno de Willershausen, Alemania (KNOBLOCH, 1990).

-Plio-Pleistoceno. Bernasso, Lunas, Hérault, Francia (VERNET, 1981); Crespiá, Gerona, España (ROIRON, 1983).

Orden Urticales

Familia Ulmaceae Mirbel, 1815.

Según RAVEN & AXELROD (1974), la familia Ulmaceae se originó a partir de un antepasado urtical en Laurasia durante el Cretácico Superior. Los primeros registros de ulmáceas se refieren a granos de polen de Ulmoideae del Maastrichtiense del Canadá, Estados Unidos, Brasil y la India (MULLER, 1981). Los primeros restos foliares provienen del Turoniense de Kazakhstan (ZAVADA & CREPET, 1981). Frutos y semillas asignables a esta familia se registran a partir del Paleoceno (BURNHAM, 1986a).

Algunos autores como MANCHESTER (1989) ponen de manifiesto que durante el Terciario existieron géneros asignables a la familia Ulmaceae, que en la actualidad se encuentran extintos.

La familia Ulmaceae presenta actualmente 15-19 géneros y unas 150-200 especies, dividiéndose en dos subfamilias (Ulmoideae y Celtidoideae), que se distribuyen por regiones tropicales y templadas de ambos Hemisferios (ZAVADA & CREPET, 1981). Algunos autores como BERG (1977) y HEYWOOD (1985), introducen al orden Urticales, donde se encuentra incluida la familia Ulmaceae, dentro de la subclase Dillenidae, en lugar de en la Hamamelidae donde usualmente se le emplaza.

En los afloramientos de la Cerdaña están presentes los géneros: *Celtis* L., *Ulmus* L. y *Zelkova* Spach., que cuentan hoy en día con representantes vivientes, y algunos de ellos como *Ulmus*, muy diversificados.

Los restos más antiguos atribuibles al género *Celtis* son granos de polen procedentes del Turoniense de Sarawak (MULLER, 1981).

KORDOS-SZAKÁLI & KORDOS (1985), señalan que el antecesor del género *Celtis* fue *Celtidophyllum* Krasser, hallado en los sedimentos cretácicos de Moravia. En materiales más recientes se han detectado unas 35-40 especies a partir de restos macroscópicos asignables a este género. En la actualidad *Celtis* presenta unas 75 especies.

TANAI & WOLFE (1977), expresaron que restos foliares asimilables al género *Ulmus* hallados en sedimentos paleocenos y eocenos, presentaban características suficientemente diferenciativas como para distinguirlos de las especies actuales, las cuales se reconocen a partir del Oligoceno.

Sin embargo, posteriormente, BURNHAM (1986a) demuestra que *Ulmus* se encuentra bien representado en Norteamérica desde el Eoceno inferior. En Europa, aparece con asiduidad en las localidades correspondientes al Neógeno. El género *Ulmus* se encuentra integrado hoy en día por unas 120-150 especies que se distribuyen por el Hemisferio Norte, llegando a áreas tropicales y subtropicales (ELIAS, 1970).

MANCHESTER (1989), expresa que los primeros restos asignables al género *Zelkova* son hojas del Eoceno temprano del Oeste de Norteamérica, siendo a partir de esta edad un género frecuente en los afloramientos terciarios.

El género *Zelkova* presenta caracteres mixtos entre las Ulmoideae y las Celtidoideae, por lo que su posición sistemática ha sido incierta. Últimamente los neobotánicos están de acuerdo en considerarlo integrado en la subfamilia Ulmoideae (BURNHAM, 1986b). En la actualidad el género *Zelkova* presenta 7 especies que habitan exclusivamente en Eurasia (DI PASQUALE et al., 1992).

En los afloramientos del Mioceno Superior de la Cerdaña están presentes palinomorfos del género *Celtis* y del tipo *Ulmus-Zelkova*; y macrorrestos atribuibles a los géneros *Ulmus* y *Zelkova*.

MICRORRESTOS

Celtis sp.

(Lám. X, fig. 4)

La morfología que presentan los palinomorfos atribuidos a este taxón es comparable a la de la especie parataxónica *Celtipollenites komloënsis* Nagy del Karpatische y Pannoniense

de Hungría (NAGY, 1985). Se ha encontrado de forma puntual en la mina de Sanavastre y en los afloramientos del barranco de Salanca, riu de Santa María y Can Vilella.

Descripción del material

Granos trizonoporados; isopolares; radialmente siméricos; esferoidales; diámetro=31,8-40 μm ; poros de abertura simple con 4,5 μm de luz; exina con 1,36 μm de espesor; sexina aproximadamente del mismo grosor que la nexina; téctum completo; infratéctum sin columelas; superficie con verrugas o gemas, en algunas ocasiones parece que presenta espínulas.

Observaciones

Este tipo de palinomorfo se diferencia de forma marcada del de la especie actual del Sur de Europa *C. australis* L., ya que los granos de polen de esta especie son 6-5 zonoporados, y presentan estructuras escábridas en su superficie. Los palinomorfos encontrados en los afloramientos de la Cerdaña presentan, por el tipo y número de aperturas, según la descripción de LIEUX (1980), afinidades con la especie americana *C. laevigata* Willd.

El género *Celtis* presenta una dispersión de los palinomorfos de tipo anemófilo (LIEUX, 1980).

Tipo *Ulmus-Zelkova*

(Lám. X, figs. 2 y 3)

Las morfologías polínicas de los géneros *Ulmus* y *Zelkova* son muy parecidas, diferenciándose únicamente algunas especies a causa de su tamaño. Por esta razón es muy difícil la distinción de los palinomorfos de estos dos géneros. Atendiendo a ésto, los granos de polen que se van a describir a continuación se enunciarán como el tipo *Ulmus-Zelkova*.

Tanto el género *Ulmus*, como el género *Zelkova*, presentan pólenes anemófilos, seguramente por esta razón y por la gran cantidad de restos foliares hallados asignados a *Zelkova*, no es extraño que este tipo polínico aparezca con frecuencia y en cantidades apreciables en todos los afloramientos de la depresión ceretana.

Descripción del material

Granos 4-5 zonoporados; isopolares; radialmente simétricos; elípticos en vista ecuatorial; circulares, cuadrangulares o pentagonales en vista polar; P=45,4-26,3 μm ; E=36,6-24 μm ; poros con aperturas de 1,8-3,6 μm de luz; exina con unas 0,9 μm de espesor en los mesosporios y cerca de 2,9 μm alrededor de los poros; sexina y exina no se aprecian claramente; téctum completo; infratécum finamente columelado; superficie ondulotectada.

Observaciones

En el afloramiento del vertedero de Sampsor se han hallado algunos granos casi esféricos y de tamaño algo menor que los estudiados en el apartado anterior (P=24-20 μm), los cuales pueden relacionarse con los descritos en el género parataxónico *Ulmipollenites* Wolff.

Los palinomorfos con 4 poros y aspecto cuadrangular son idénticos a los que NAGY (1985), describió como *Zelkovaepollenites potonieii*. Esta especie fue hallada en Hungría por la autora anteriormente citada del Ottnangiense al Pannoniense.

Como ya hemos expresado, parece más adecuado incluir los palinomorfos que presentan la morfología descrita en el apartado anterior en el tipo *Ulmus-Zelkova*. Sin embargo, las citas de *Zelkova* realizadas por BESSEDIK (1985) para la minas de Sampsor y Sanavastre podrían ser válidas, aunque este autor no explica las características morfológicas que presentan los granos estudiados por él.

MACRORRESTOS

***Ulmus* sp.**

(Figs. 26 y 27; Lám. X, figs. 1 y 5)

1955 - *Ulmus braunii*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 97, lám. XXX, fig. 5.

Material

Se han estudiado 5 restos foliares y dos sámaras asignables al género *Ulmus*, conservados como impresiones y colectados en los afloramientos de Coll de Saig, Beders y camino de Balltarga a Bor.

Restos foliares: MGBV-10484, MGSB-31311, MGSB-481150, MNCNV-711, MNCNV-4513, MNCNV-

Sámaras: MNCNV-304 y MNCNV-4795.

Descripción del material

Restos foliares peciolados (Fig. 26; Lám. X, fig. 5); longitud del peciolo: 1,1-0,1 cm; lámina elíptica aunque también ovada y obovada; longitud del limbo: 3,75-1,6 cm; anchura máxima del limbo: 2,1-0,7 cm; distancia de la zona de máxima anchura a la base: 1,7-0,5 cm; ápice agudo; base redondeada; margen irregularmente aserrado, apareciendo dientes doblemente dentados; nerviación rectipinnada simple; 10-12 pares de nervios secundarios con curso derecho, ramificándose a veces en su zona apical; ángulo de divergencia agudo de 45° a 30°; nervios terciarios percurrentes con curso derecho o ahorquillado, formando ángulos rectos con los nervios secundarios; nerviación de rango inferior reticulada ortogonalmente formando areolas poligonales bien desarrolladas.

Sámaras redondeadas (Fig. 27; Lám. X, fig. 1) con un tamaño de 1,4-1,3 x 1,1 cm, no se encuentran en conexión orgánica con las hojas descritas; en su zona central presentan una semilla elíptica, que a veces se redondea en su parte distal; usualmente la semilla se prolongándose en su parte proximal, adelgazándose; anchura aproximada de la semilla en su parte media: 3,07 mm; longitud aproximada de la semilla (sin tener en cuenta la prolongación hacia la zona de inserción): 6,90 mm; un ala rodea totalmente a la semilla, encontrándose escotada en el polo opuesto a la zona de inserción con la planta; venación del ala irregularmente reticulada, surgiendo de la semilla con un patrón más o menos dicotómico; areolas fundamentalmente alargadas, a veces cuadrangulares o redondeadas.

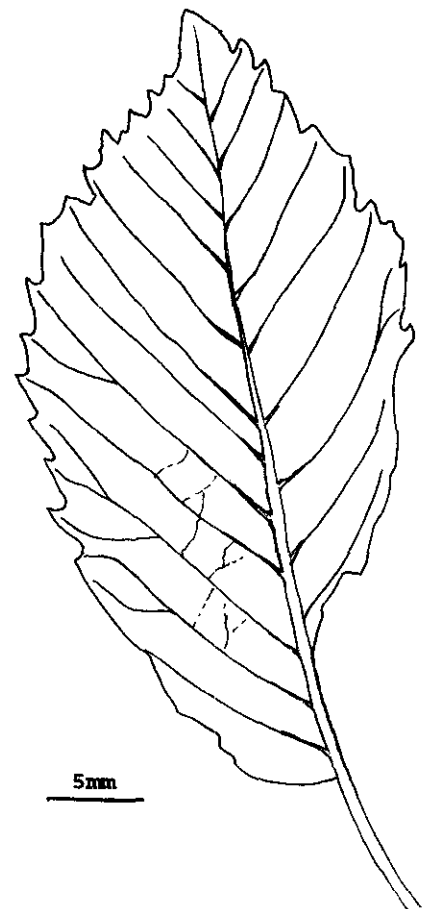


Fig. 26. *Ulmus* sp. MNCNV-4513

Observaciones

El género *Ulmus* fue primeramente citado en el Mioceno Superior de la Cerdaña por MENÉNDEZ AMOR (1955), quien describió y figuró un conjunto de frutos e inflorescencias como *U. braunii* Heer. Más adelante ÁLVAREZ RAMIS (1981) y ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE (1981), citaron la especie *U. longifolia* Ung., sin especificar qué tipo de restos fueron los encontrados.

Teniendo en cuenta los restos foliares, en el Neógeno de Europa Occidental se han encontrado tres morfotipos diferentes de olmos:

1- similar al actual *U. minor* Mill., con 12 pares de nervios secundarios o menos, que se bifurcan insertándose en los dientes del margen. Esta especie no presenta en el margen foliar un número de dientes tan elevado como *U. glabra* Huds. y *U. americana* Mill. Además, estos dientes no tienen forma de gancho (MARTY, 1905).

2- similar al actual *U. glabra*, con unos 15 pares de nervios secundarios que no sufren bifurcación (MARTY, 1905). Nosotros, tras el análisis de olmos de esta especie, pudimos comprobar que el número de dientes presentado es mayor, pero que éstos también sufren bifurcaciones.

3- similar al actual *U. americana*, con forma lanceolada y unos 18 pares de nervios secundarios.

No obstante, los olmos presentan polimorfismo foliar, por lo que en un mismo semaforonte podemos encontrar hojas de estos tres morfotipos. También hemos podido comprobar que los restos foliares estudiados pueden compararse con las hojas de varias especies de olmos asiáticos (MELVILLE & HEYBROOK, 1971).

Por estas razones, pensamos que estos morfotipos no presentan validez taxonómica alguna, debiéndose su existencia a un fenómeno de polimorfismo foliar. Ya que los restos foliares estudiados por nosotros pueden relacionarse los tres tipos foliares mencionados, y dada la escasa cantidad de ejemplares colectados y su estado de conservación, que no es muy bueno, creemos conveniente considerar los restos foliares descritos en nomenclatura abierta.

Las sámaras son más escasas en los yacimientos terciarios europeos, debido quizás a un comportamiento diferente durante el proceso de fosilización.

Si consultamos la bibliografía, existen un buen número de citas de sámaras semejantes a las estudiadas por nosotros que han sido atribuidas a muy diversos géneros, algunos de ellos pertenecientes a familias muy alejadas filogenéticamente de Ulmaceae.

Por la nerviación, el tipo de sámara descrito recuerda al género *Cyclocarya* Iljinskaya

(Juglandaceae), en especial a las del Paleoceno de Dakota (CRANE et al., 1990). Sin embargo este género presenta semillas de mayor tamaño y alas sin escotaduras que las abarcan por completo.

Los frutos descritos también encuentran semejanzas con los de el género *Abronia* Juss. (Rutaceae), de los cuales se diferencian a causa de su nerviación. En este último género las venas se desarrollan por encima de la semilla, la cual en algunas ocasiones presenta restos del estilo que a veces presentan mayor longitud que el ala de la sámara. Ésto se puede observar en las figuras del trabajo de LAURENT (1904-1905).

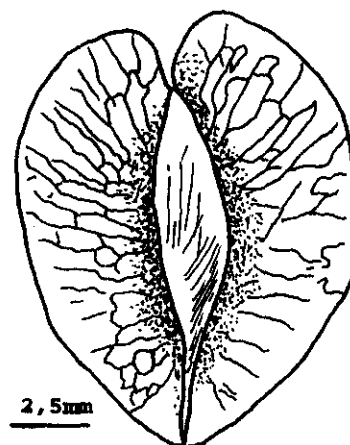


Fig. 27. *Ulmus* sp. MNCNV-304

El género *Ptelea* L. (Ulmaceae), presenta sámaras parecidas a las descritas en este trabajo, sin embargo los frutos colectados en la Cerdaña se diferencian bien de los de *Ptelea* ya que el ala de las sámaras de este género no se encuentra escotada y rodea totalmente a la semilla. También las sámaras colectadas difieren de las de algunos géneros de zigofiláceas que no presentan la semilla en posición central y poseen en el ala mallas irregulares de nervios.

La primera cita de este tipo de resto en los afloramientos ceretanos se debe a MENÉNDEZ AMOR (1955). Esta autora los atribuye a la especie *Ulmus braunii*, explicando que son muy parecidos a los de la especies actuales *U. ciliata* Ehr. y *Planera aquatica* Gm., ambos de Norteamérica.

Tras comparar nuestros restos con las figuras de NAVARRO & CASTROVIEJO (1993), concluimos que las sámaras halladas en la Cerdaña, deben asignarse sin lugar a duda al género *Ulmus*, al no encontrar diferencias apreciables con las que presentan hoy en día algunas de sus especies, por ejemplo, *U. minor*.

***Zelkova zelkovaefolia* (Unger) Bůžek et Kotlaba, 1963**

(Fig. 28; Lám. X, figs. 6, 7 y 8)

1847 - *Ulmus zelkovaefolia*, UNGER, págs. 94-95, lám. XXIV, figs. 7-12; lám. XXVI, figs. 7-8.

1855 - *Zelkova ungeri*, GOEPPERT, págs. 32, lám. XII, figs. 9-10.

1856 - *Zelkova ungeri*, KOVÁTS, págs. 27-29, lám. V, figs. 1-12, lám. VI, figs. 1-6.

1859 - *Planera ungeri*, HEER, págs. 60-61, lám. LXXX, figs. 1-23.

- 1859 - *Zelkova ungeri*, MASSALONGO & SCARABELLI, págs. 217, 218, tav. XXI, figs. 1-5, 7, 11-17, 22-24; tav. XXXV, fig. 25; tav. XXXVI, fig. 14; tav. XXXVIII, fig. 14; tav. XLI, fig. 2-4.
- 1867 - *Planera ungeri*, SAPORTA, págs. 18, 72.
- 1867 - *Planera ungeri*, STUR, págs. 159-160.
- 1868 - *Planera ungeri*, ETTINGSHAUSEN, pág. 35.
- 1870-1872 - *Planera ungeri*, SCHIMPER, págs. 714-715.
- 1873 - *Zelkova crenata*, SAPORTA, págs. 219, 221.
- 1884-1885 - *Zelkova crenata*, RÉROLLE, págs. 280-282, lám. IX, figs. 10-11.
- 1884-1885 - *Zelkova subkeaki*, RÉROLLE, págs. 282-284, lám. IX, figs. 12-14.
- 1887 - *Planera ungeri*, BOULAY, pág. 20.
- 1890a - *Zelkova crenata*, BOULAY, pág. 35, lám. III, fig. 4.
- 1890b - *Zelkova crenata*, BOULAY, pág. 20, fig. 6.
- 1891 - *Zelkova protokeaki*, SAPORTA, págs. 77-78, lám. XVII, fig. 8; lám. XIX, figs. 8-10.
- 1891 - *Zelkova ungeri*, SAPORTA, págs. 75-77, lám. XIX, figs. 4-7.
- 1891 - *Planera* [*Zelkova* SPACH.] *ungeri*, ZITTEL, págs. 461-462, fig. 280, 14-15.
- 1892 - *Planera ungeri*, BOULAY, págs. 76-77, lám. VI, fig. 23; lám. X, fig. 8.
- 1892 - *Zelkova crenata*, BOULAY, págs. 76, lám. X, fig. 9.
- 1892 - *Planera ungeri*, ETTINGSHAUSEN, pág. 94.
- 1903 - *Planera ungeri*, MARTY, págs. 46-47, lám. IX, figs. 1-7.
- 1904-1905 - *Zelkova ungeri*, LAURENT, págs. 145-148, lám. X, fig. 5.0
- 1905 - *Zelkova* (*Planera*) *ungeri*, MARTY, págs. 10-12, lám. III, fig. 2.
- 1908 - *Zelkova ungeri*, LAURENT, pág. 41, lám. VI, fig. 4.
- 1922 - *Zelkova crenata*, DEPAPE, págs. 165-166, text-fig. 24, lám. IX, figs. 1-4.
- 1923 - *Zelkova acuminata*, LAURENT & MARTY, págs. 38-39, lám. XIII, fig. 5.
- 1936 - *Zelkova ungeri*, MARTY & GLANGEAUD, pág. 24, lám. D, fig. 7.
- 1939 - *Zelkova ungeri*, MÄDLER, págs. 88-89, lám. 8, figs. 3-5.
- 1945 - *Zelkova crenata*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 345, lám. V.
- 1945 - *Zelkova subkeaki*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 345, lám. I.
- 1945 - *Zelkova ungeri*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 345, 350, lám. VIII.
- 1947 - *Zelkova crenata*, SOLÉ & LLOPIS, pág. 94, lám. XII.
- 1947 - *Zelkova planera*, SOLÉ & LLOPIS, pág. 94, lám. XII.
- 1948 - *Zelkova* (*Planera*) *crenata*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 787, fig. 2b.
- 1950 - *Planera crenata*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 161.
- 1950 - *Planera richardi*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 161.
- 1950 - *Planera subkeaki*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 162.
- 1950 - *Planera ungeri*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 161.
- 1951 - *Zelkova* (*Planera*) *crenata*, BATALLER, pág. 140.
- 1951 - *Zelkova* (*Planera*) *protokeaki*, BATALLER, pág. 135.
- 1951 - *Zelkova* (*Planera*) *subkeaki*, BATALLER, pág. 140.
- 1951 - *Zelkova* (*Planera*) *ungeri*, BATALLER, pág. 140.
- 1951 - *Zelkova crenata*, GRANGEON, págs. 94-95, pl-text. II, fig. 8-11.
- 1953 - *Zelkova ungeri*, GRANGEON, págs. 312-313, text-lám. I, fig. 4.
- 1954 - *Zelkova ungeri*, HANTKE, págs. 62-63, lám. VIII, figs. 1-2; lám. XV, fig. 11, 9.
- 1954 - *Zelkova crenata*, SUÑER, pág. 79.
- 1955 - *Rhus pyrrhae*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 145, lám. XLV, fig. 3.
- 1955 - *Zanthoxylon serratum*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 144-145, lám. XLV, fig. 4.
- 1955 - *Zelkova ungeri*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 97-102, lám. XXX, figs. 1-3.
- 1958 - *Zelkova ungeri* aff. *Z. crenata*, GRANGEON, pág. 130, lám.-text. XXI, figs. 6, 8, 9, 11-14, 16-17, 19-20, lám. II, fig. 14.
- 1958 - *Zelkova ungeri* aff. *Z. acuminata*, GRANGEON, págs. 131, 134, lám.-text. XX, fig. 4; pl-text. XXI, figs. 1-5, 7, 10, 15, 18; lám. I, fig. 22.
- 1958 - *Zelkova ungeri*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 139-140.
- 1959 - *Zelkova juglandina*, ANDREÁNSZKY, pág. 134, fig. 133, lám. XL, figs. 2, 7.
- 1959 - *Zelkova latissima*, ANDREÁNSZKY, pág. 133-134, fig. 132, lám. XLI, fig. 1.
- 1959 - *Zelkova palaeojaponica*, ANDREÁNSZKY, pág. 133, fig. 131, lám. XXXIX, fig. 5.
- 1959 - *Zelkova praelonga*, ANDREÁNSZKY, pág. 133, lám. XL, fig. 3.
- 1959 - *Zelkova rotundiloba*, ANDREÁNSZKY, pág. 134, lám. XLI, fig. 3.
- 1959 - *Zelkova ungeri*, ANDREÁNSZKY, pág. 133, lám. XXIX, fig. 6, lám. XLI, fig. 2.
- 1963 - *Zelkova ungeri* (aff. *serrata*), TRALAU, págs. 21-32, lám. II, figs. 2-4, 5, 8-9.
- 1963 - *Zelkova ungeri* (aff. *carpinifolia*), TRALAU, págs. 21-32, lám. II, figs. 6-7.
- * 1963 - *Zelkova zelkovaefolia*, KOTLABA, págs. 59-62, lám. III, figs. 7-8.
- 1970 - *Zelkova ungeri*, FERNÁNDEZ MARRÓN, págs. 138-139, lám. II, fig. 1.
- 1971 - *Zelkova*, FERGUSON, págs. 109-111, fig. 19, F-H, lám. 3A.
- 1972 - *Zelkova crenata*, VILLALTA & VICENTE, pág. 125, lám. II, fig. 9.
- 1973 - *Zelkova zelkovaefolia*, GIVULESCU & OLOS, pág. 49, lám. XVII, fig. 3.
- 1974 - *Zelkova ungeri*, SANZ DE SIRIA, págs. 36-40, fig. 2H.
- 1975 - *Zelkova ungeri* aff. *crenata*, ÁLVAREZ RAMIS & FERNÁNDEZ MARRÓN, págs. 28, 31-32, lám. I, figs. 1-1a.
- 1976 - *Zelkova ungeri* KOV. aff. *crenata*, ILDEFONSE et al., pág. 901.

- 1977 - *Zelkova ungeri*, SANZ DE SIRIA, pág. 27.
 1979 - *Zelkova ungeri*, MÁDLER & STEFFENS, pág. 15, lám. 5, fig. 6.
 1980b - *Zelkova ungeri*, SANZ DE SIRIA, págs. 19-20, lám. II, fig. 16b.
 1981 - *Zelkova acuminata*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
 1981 - *Zelkova crenata*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
 1981 - *Zelkova ungeri*, ÁLVAREZ RAMIS, págs. 557, 559.
 1981 - *Zelkova acuminata*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, págs. 34, 36.
 1981 - *Zelkova crenata*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, págs. 34, 36.
 1981 - *Zelkova ungeri*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, pág. 34.
 1981 - *Zelkova praelonga*, LAŃCUCKA-ŚRODONIOWA et al., pág. 108, lám. II, fig. 2a.
 1981 - *Zelkova zelkovaefolia*, LAŃCUCKA-ŚRODONIOWA et al., pág. 108.
 1981 - *Zelkova crenata*, ROIRON, págs. 29, 31, lám. II, fig. 2, lám. III, fig. 3.
 1981 - *Zelkova ungeri*, ROIRON, pág. 35.
 1981 - *Zelkova ungeri*, SANZ DE SIRIA, pág. 62, fig. 7.
 1982 - *Zelkova ungeri*, SANZ DE SIRIA, pág. 9, lám. I, fig. 11.
 1983 - *Zelkova zelkovaefolia*, PAIS, pág. 135, fig. 5, lám. I, fig. 8.
 1983 - *Zelkova crenata*, ROIRON, págs. 694, 696, fig. 5, nº 1-4.
 1983 - *Zelkova praelonga*, UNGER, pág. 54, lám. 21, fig. 510.
 1983 - *Zelkova ungeri*, UNGER, pág. 54, lám. 10, fig. 235; lám. 16, fig. 363.
 1983 - *Zelkova zelkovaefolia*, UNGER, pág. 54, lám. 4, fig. 87; lám. 23, figs. 538, 540; lám. 25, fig. 586.
 1983 - *Zelkova* sp., UNGER, pág. 54, lám. 6, fig. 140/4; lám. 10, figs. 229, 239.
 1986 - *Zelkova zelkovaefolia*, PAIS, pág. 187, fig. 1.
 1986 - *Zelkova zelkovaefolia*, KNOBLOCH & VELITZELOS, pág. 7, lám. 3, fig. 5; lám. 8, fig. 5.
 1987 - *Zelkova zelkovaefolia*, KNOBLOCH & VELITZELOS, págs. 159, 162-163.
 1988 - *Zelkova ungeri*, AGUSTÍ et al., pág. 186, fig. 166.
 1988 - *Zelkova crenata*, GÓMEZ-ALBA, pág. 30, lám. 15, figs. 3-4.
 1988 - *Zelkova ungeri*, GÓMEZ-ALBA, pág. 30, lám. 15, figs. 5-6.
 1988 - *Zelkova zelkovifolia*, KNOBLOCH, págs. 5-6, lám. 6, fig. 2-8.
 1988 - *Zelkova zelkovaefolia*, VICENTE i CASTELLS, págs. 36-37, lám. II, fig. 12-15.
 1989 - *Zelkova zelkovaefolia*, SITÁR et al., págs. 46, 50-51, lám. XXVII, figs. 1-4, 6, 7; lám. XXXI, figs. 1-2.
 1989 - *Zelkova* spp., MELLER, págs. 94-95, lám. 15, figs. 2-8; lám. 16, fig. 1-2.
 1989-1990 - *Zelkova ungeri*, RAMOS-GUERRERO & ÁLVAREZ RAMIS, pág. 151.
 1990 - *Zelkova zelkovaefolia*, GIVULESCU, págs. 99-101, lám. 30, figs. 6-8.
 1990 - *Zelkova praelonga*, KNOBLOCH, pág. 266.
 1990 - *Zelkova zelkovaefolia*, KNOBLOCH, pág. 266.

Material

Se han estudiado 255 ejemplares preservados como impresiones y compresiones de hojas sin cutícula preservada. En algunos casos se encuentran en excelente estado de conservación, aunque otras veces se han hallado ejemplares muy deteriorados. Se han colectado ejemplares de esta especie en todas las localidades de la Cerdaña en donde se han colectado macrofósiles. Las siglas de los especímenes estudiados son las siguientes:

CA-8953-1, CA-8953-2, CA-8953-3, CA-8954-1, CA-8954-2, CA-8954-3, CA-8954-4, CA-8954-5, CA-8954-6, CA-8954-7, CA-8954-8, CA-8954-9, CA-8954-10, CA-8954-11, CA-8954-12, CA-8954-13, MGBG-A-5, MGBG-A-15, MGBG-A-45, MGBG-A-66, MGBG-A-77, MGBG-A-103, MGBG-A-106, MGBG-A-119, MGBG-A-146, MGBG-A-152, MGBG-A-156, MGBG-A-157, MGBG-A-163, MGBG-A-164, MGBG-A-173, MGBG-A-181, MGBG-A-184, MGBG-A-185, MGBG-A-191, MGBG-A-192, MGBG-A-193, MGBG-A-201, MGBG-A-202, MGBG-A-208, MGBG-A-s.n, MGBV-9458, MGBV-9459, MGBV-9462, MGBV-9463, MGBV-9486, MGBV-9497, MGBV-9507, MGBV-9508, MGBV-9512, MGBV-9513, MGBV-9543, MGBV-9702, MGBV-9767, MGBV-9777, MGBV-9779, MGBV-9781, MGBV-9796, MGBV-9850, MGBV-9858, MGBV-9898, MGBV-10084, MGBV-10089, MGBV-10090, MGBV-10091, MGBV-10092, MGBV-10101, MGBV-10102, MGBV-10152, MGBV-10166, MGBV-10176, MGBV-10180, MGBV-10490, MGBV-10496, MGBV-10505, MGBV-10525, MGBV-10561, MGBV-11728, MGM-489M 2, MGM-962M, MGM-972M, MGM-975M, MGM-1067M, MGM-1068M, MGM-1069, MGM-1070M, MGM-1091, MGM-1092M I, MGM-1093M, MGSB-31215₁₋₃, MGSB-31348₁₋₄, MGSB-36196, MGSB-36201₁₋₃, MGSB-40315₁₋₃, MGSB-40409₁₋₃, MGSB-40410₁₋₆, MGSB-40430₁₋₃, MGSB-40438₁₋₈, MGSB-40453, MGSB-44465, MGSB-45462, MGSB-45463, MGSB-45464, MGSB-45465, MGSB-48117, MGSB-48120, MGSB-48123, MGSB-48143, MGSB-

48146, MGSB-48147, MGSB-48149, MGSB-48151, MGSB-48460, MNCNV-146, MNCNV-148, MNCNV-250, MNCNV-275, MNCNV-277, MNCNV-283, MNCNV-286, MNCNV-296, MNCNV-301, MNCNV-323, MNCNV-324, MNCNV-330, MNCNV-367, MNCNV-528, MNCNV-538, MNCNV-661, MNCNV-711, MNCNV-756, MNCNV-758, MNCNV-772, MNCNV-773, MNCNV-774, MNCNV-775, MNCNV-776, MNCNV-777, MNCNV-778, MNCNV-838, MNCNV-855, MNCNV-867, MNCNV-869, MNCNV-879, MNCNV-899, MNCNV-935, MNCNV-945, MNCNV-955, MNCNV-1216, MNCNV-3019, MNCNV-3053, MNCNV-3072, MNCNV-3084, MNCNV-3088, MNCNV-3555, MNCNV-3561, MNCNV-3563, MNCNV-3564, MNCNV-3596, MNCNV-3599, MNCNV-3619, MNCNV-3620, MNCNV-3667, MNCNV-3675, MNCNV-4258, MNCNV-4263, MNCNV-4465, MNCNV-4516, MNCNV-4517, MNCNV-4518, MNCNV-4519, MNCNV-4520, MNCNV-4521, MNCNV-4522, MNCNV-4523, MNCNV-4524, MNCNV-4525, MNCNV-4526, MNCNV-4527, MNCNV-4528, MNCNV-4529, MNCNV-4531, MNCNV-4532, MNCNV-4533, MNCNV-4534, MNCNV-4535, MNCNV-4536, MNCNV-4537, MNCNV-4538, MNCNV-4539, MNCNV-4540, MNCNV-4541, MNCNV-4542, MNCNV-4543, MNCNV-4544, MNCNV-4545, MNCNV-4644, MNCNV-4809, MNCNV-4858, MNCNV-4859, MNCNV-4860, MNCNV-4861, MNCNV-4862, MNCNV-4863, MNCNV-4864, MNCNV-4865, MNCNV-4866, MSB-31215, MSB-31222, MSB-31348, MSB-48117, MSB-48120, MSB-48123, MSB-481146, MSB-481149, MSB-481151, UCM-BED-001, UCM-BED-002, UCM-BED-004, UCM-CBEDERS-15, UCM-CBEDERS-34, UCM-CCS-20, UCM-CCS-23, UCM-CCS-29, UCM-CCS-35, UCM-CCS-42, UCM-CCS-74, UCM-CCS-84, UCM-CTV-012, UCM-CTV-013.

Diagnosis sic. UNGER, 1847

Foliis distichis brevi-petiolatis basi subaequalibus ovato-acuminatis grande-dentatis v. crenatis penninerviis. Perianthio campanulato. Samarae ala suborbiculari emarginata.

Descripción del material

Z. zelkovaefolia aparece fundamentalmente como restos foliares aislados, aunque es usual encontrar fragmentos apicales de ramas con unas 5-3 hojas insertadas en ellas.

Éstas son cortamente pecioladas; longitud del peciolo: 0,5-0,1 cm; limbos polimórficos, por lo general lanceolados, aunque también ovados, ancho ovados, elípticos y elíptico-estrechos; longitud del limbo: 11-1,5 cm; anchura máxima del limbo: 4,6-1 cm; distancia de la zona de máxima anchura del limbo a la base: 3,6-0,6 cm; ápice agudo, en muchas ocasiones con su extremo redondeado; base por lo general redondeada, aunque también obtusa y truncada, en algunas ocasiones asimétrica; margen regularmente aserrado; nerviación rectipinnada simple; de 10-4 pares de nervios secundarios uniformemente curvados, a veces los nervios más basales se curvan dirigiéndose hacia la base de la hoja; ángulo de divergencia de unos 45° o, en ocasiones, algo mayor; existencia habitual de dicotomías en los nervios secundarios; en algunas ocasiones dos nervios secundarios nacen muy próximos uno del otro en la misma mitad foliar, orientándose el superior hacia el ápice y el inferior hacia la base; ramificación de los nervios secundarios en su zona más distal, estas ramificaciones mueren en el ángulo apical de los dientes del margen; presencia ocasional de nervios intersecundarios; nerviación terciaria percurrente con curso derecho y en algunas ocasiones ahorquillado, que

forma ángulos rectos con los nervios secundarios; neriación de menor rango reticulada ortogonalmente, formando areolas poligonales bien desarrolladas.

Frutos en drupa, pequeños, de unos 3 mm de diámetro y con un pedúnculo muy corto, casi inapreciable; forma esferoidal, con su extemo apical algo apuntado, seguramente aquí se insertaba el estigma de la flor. Se encuentran situados en la axila de las hoja, un fruto por cada hoja, al final de ramillas (Fig. 28c; Lám. X, fig. 6).

Observaciones

La especie fue descrita a partir de restos foliares y frutos por KOTLABA (1963), aunque éste no da una diagnosis ya que parece aceptar la expuesta por UNGER (1847). No obstante, *Z. zelkovaefolia* no presenta sámaras, éstas le fueron atribuidas erróneamente por UNGER (1847), dado el desconocimiento botánico que se tenía de *Zelkova* a mediados del siglo pasado. Por su parte, KOTLABA (1963), describió perfectamente los frutos de la especie que nos ocupa sin enmendar la diagnosis en este punto.

Esta especie exhibe un elevado polimorfismo foliar siendo usual encontrar los siguientes morfotipos:

a) hojas lanceoladas con dientes cóncavo convexos, de modo semejante a las que presenta la especie actual *Z. serrata* (Thunb.) Makino del Este de Asia.

b) hojas de limbos lanceolados y dentición acuminada-convexa, del mismo modo que la especie actual *Z. carpinifolia* (Pall.) K. Koch. del Cáucaso.

c) ejemplares con caracteres mixtos entre a) y b) que en muchas ocasiones presentan un ápice desarrollado y redondeado en su extremo.

Destaquemos que el tipo b), comparable con *Z. carpinifolia*, es el que aparece más abundante en los afloramientos ceretanos.

TRALAU (1963), del mismo modo que MENÉNDEZ AMOR (1955), apuntó la enorme variabilidad que se observa en los restos foliares colectados, lo que le llevó a preguntarse si realmente vivieron en el Neógeno europeo especies distintas de *Zelkova*. Finalmente, concluyó que la existencia de estos dos tipos foliares y de sus formas mixtas, seguramente era debido a un caso de polimorfismo.

Posiblemente *Z. zelkovaefolia* sustituyó a otras especies de *Zelkova*, como las descritas por HEER (1868) y BURNHAM (1986a), las cuales se desarrollaron durante el Paleógeno en el Hemisferio Norte. Éstas pudieran ser más fácilmente relacionadas con las especies actuales

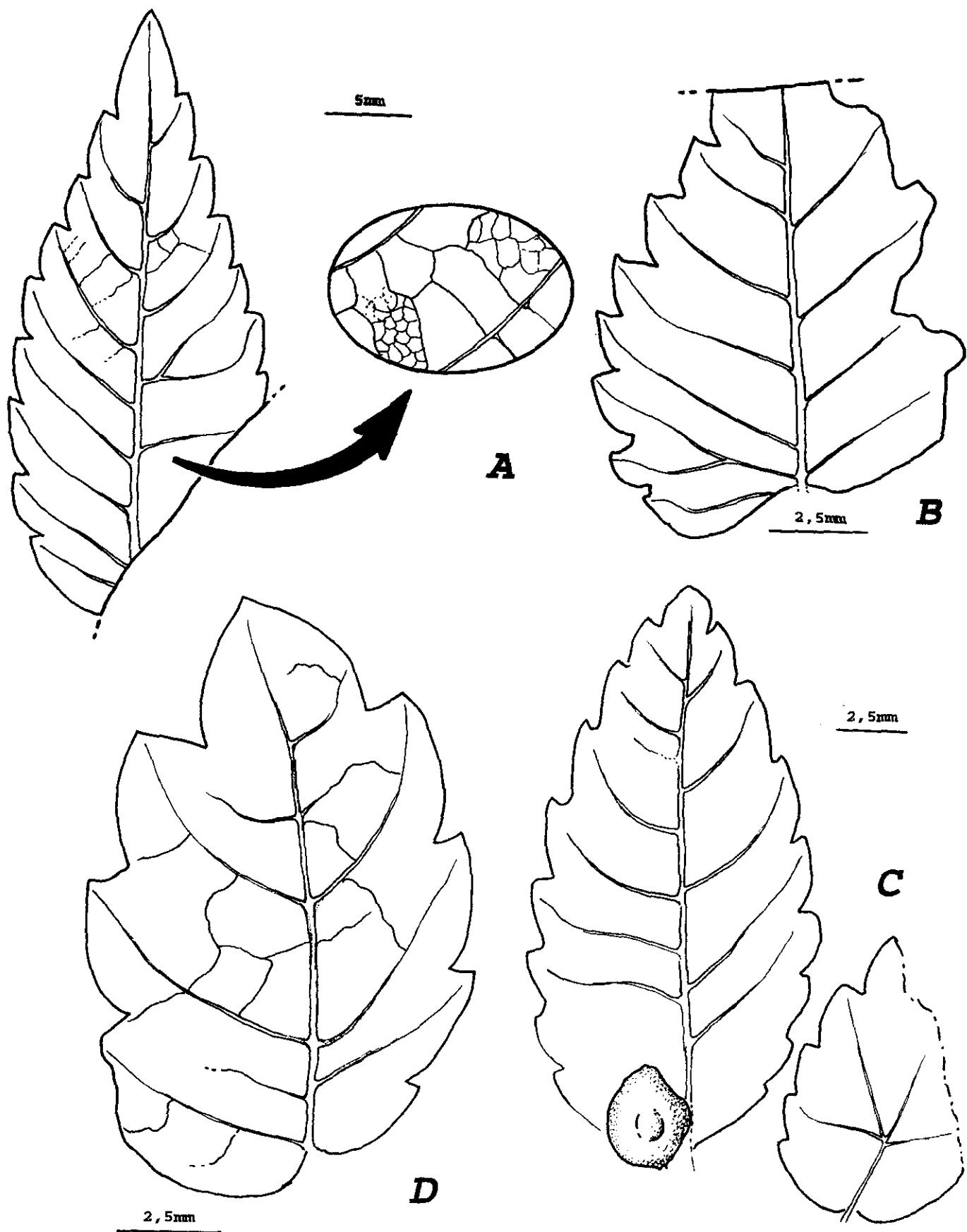


Fig. 28. *Zelkova zelkovaefolia*:

A) MNCNV-4523. B) MGBV-10166. C) MNCNV-4525. D) MGBV-9458

de Asia oriental, que con *Z. carpinifolia* y *Z. abelicea* (Lam.) Boiss. Como indica DEPAPE (1932), el tipo de *Z. serrata* ya existía en Asia Oriental durante el Neógeno.

A finales del Plioceno, debido al enfriamiento de las condiciones climáticas, el género *Zelkova* empezó a desaparecer de Europa (FOLLIERI et al., 1986). Sin embargo, este género sobrevivió en Italia hasta el Cuaternario, quedando relegado a puntos de Asia Occidental, hace unos 31.000 años (FOLLIERI, 1964; FOLLIERI et al., 1986).

Parece ser que *Z. zerkovaefolia* pudiera ser el antepasado de las especies actuales *Z. carpinifolia*, *Z. abelicea* y *Z. sicula* di Pasquale, Garfi & Quèzel, las cuales evolucionaron por aislamiento geográfico durante el Cuaternario en Asia Menor, Creta y Sicilia respectivamente.

Ésta es la primera vez que se cita la especie *Z. zerkovaefolia* en el Mioceno Superior de la Cerdaña.

Distribución estratigráfica y geográfica

-Oligoceno medio. Peguera, niveles de mamíferos Heimersheim y Antoingt, Palma de Mallorca, España (RAMOS-GUERRERO & ÁLVAREZ RAMIS, 1989-1990).

-Stampiense. Saint Zacharie, Var, Céreste, Manosque, Francia (SANZ DE SIRIA, 1974).

-Chatiense. Bonnieux, Vaucluse, Francia (SAPORTA, 1867); Monod, Hohe Rhonen y Rothenthurn, Suiza (VICENTE i CASTELLS, 1988); Wetterau, Alemania (ETTINGSHAUSEN, 1868); la cita de Sotzka (Austria) realizada por ETTINGSHAUSEN (1858), necesitaría ser confirmada.

-Oligoceno superior. Pirskenberges, Checoslovaquia (VICENTE i CASTELLS, 1988).

-Mioceno Inferior. Radoboj, Yugoslavia (SANZ DE SIRIA, 1974); Locle y Schangnau, Suiza; Häring, Austria; Bilin, Checoslovaquia (VICENTE i CASTELLS, 1988).

-Burdigaliense. Lisboa-Almada, Portugal (PAIS, 1979).

-Aquitaniense. Lausanne y Eriz, Suiza; Manosque, Francia (SANZ DE SIRIA, 1974); Krezau, Alemania (FERGUSON, 1971).

-Sarmatiense. Oehningen y Schrotzburg, Suiza (HEER, 1859; VICENTE i CASTELLS, 1988); Erdobénye, Tállya, Bánhorváti, Felsotárkány, Balaton y Szelecsi-Tales, Hungría (ANDREÁNSZKY, 1959); Sarzanello, Piamonte, Italia; Lehotka, Turiec-Beckens, Checoslovaquia; Timpa (Huneodara), Slatiolara (Valcea) y Paun-lasi, Rumanía (VICENTE i CASTELLS, 1988).

-Sarmatiense inferior o Tortiense superior. Bory, Eslovaquia, Checoslovaquia (KOTLABA,

1963).

-Pannoniense. Chiuzbaia, Rumanía (GIVULESCU, 1990).

-Aragoniense. Región de Lisboa-Almada, Portugal (PAIS, 1986); Manisa-Soma-Denis, Turquía (MÄDLER & STEFFENS, 1979).

-Tortoniense. Parschlug, Styria, Austria (UNGER, 1847); Montjuïc, Barcelona, España (VICENTE i CASTELLS, 1988); Taylla, Hungría (STUR, 1867); Erdöbénye, Zemplén, Hungría (KOVÁTS, 1856).

-Vallesiense. Sprendligen, Rheinhessen, Alemania (MELLER, 1989); Vale de Coelheiros, Grândola-formação de Marateca, Portugal (PAIS, 1983); Seo de Urgel, Lérida, España (SANZ DE SIRIA, 1977); la Cerdaña, Lérida, España.

-Pontiense. La Bourboule, Puy-de-Dôme, Francia (MARTY & GANGLEAUD, 1936); Gourgouras, Mont Charay y Rochessauve, Ardèche, Francia (GRANGEON, 1953, 1958); Joursac, Cantal, Francia (MARTY, 1903); Privas, Ardèche, Francia (BOULAY, 1887); Senigalia, Ancona, Italia (MASSALONGO & SCARABELLI, 1859); Gleichemberg, Estiria, Austria (STUR, 1867).

-Pannoniense. Baviera, Alemania (UNGER, 1983); Delureni, Bihor, Rumanía (VICENTE i CASTELLS, 1988).

-Mioceno Superior. Frías, Burgos, España (ÁLVAREZ RAMIS & FERNÁNDEZ MARRÓN, 1975); la Bisbal, Bajo Ampurdán, España (SANZ DE SIRIA, 1981); Olocau, Valencia, España (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1970); Schossnitz, Silesia, Polonia (GOEPPERT, 1855); Pinicíná, Turquía (SITÁR et al., 1989); Śosnica, Wrocław, Polonia (LANCUCKA-SRODONIOWA et al., 1981); Vegora, Likudi, Prosilion, Grecia (KNOBLOCH & VELITZELOS, 1987).

-Pontiense-Senosiense. Bricckyard, Baviera Inferior, Alemania (KNOBLOCH, 1988).

-Plaisanciense. Niac y Pas-de-la-Mougudo, Cantal, Francia (LAURENT, 1908; VICENTE i CASTELLS, 1988); Varennes-lac-Chambon y Mont-Doré, Puy-de-Dôme, Francia (BOULAY, 1892; SANZ DE SIRIA, 1974); Saint-Marcel, Ardèche, Francia (DEPAPE, 1922); Saint-Vicent-La Sabie, Francia (LAURENT, 1904-1905); Théziers, Gard, Francia (BOULAY, 1890); Reuver, Holanda (LAURENT & MARTY, 1923); Siurana, Gerona, España (SANZ DE SIRIA, 1982).

-Plioceno Superior. Hajnacka, Turquía (SITÁR et al., 1989); Sośnica, Wrocław, Silesia, Polonia (ŁANCUCKA-ŚRODONIOWA et al., 1981).

Además *Z. zelkovaefolia* se encuentra citada en el Plioceno de: Fankfurt am Main, Alemania (MÄDLER, 1939); Pichegu, Francia (ROIRON, 1981); Les Clausades, Francia (MARTY, 1905); Chiuzbaia, Transylvania, Rumanía (GIVULESCU & OLOS, 1973); y Willershausen, Alemania (KNOBLOCH, 1990).

-Plio-Pleistoceno. Bernasso y Grandes Causses, Massif de l'Escandorgue, Lunas, Hérault, Francia (ILDEFONSE *et al.*, 1976; VERNET, 1981); Crespià, Gerona, España (VILLALTA & VICENTE, 1972; ROIRON, 1983).

-Villafranquiense. Ceyssac, Francia (GRANGEON, 1951).

Orden Juglandales

Familia Juglandaceae A. Richard ex Kunth, 1824

Esta familia se encuentra incluida dentro del orden Juglandales, el cual presenta una discutida posición taxonómica, ya que unos autores lo incluyen dentro de la subclase Hamamelidae (CRONQUIST, 1981), y otros en Rosidae (WOLFE, 1973; HEYWOOD, 1985).

Los antecesores de las Juglandales parece que fueron las plantas que producían parte de los palinomorfos integrables en el complejo *Normapolles* Pf., del Cretácico Superior (WOLFE, 1973; FRIIS & CRANE, 1989); y, quizás, las que poseían hojas atribuibles al género-forma *Dryophyllum* Deb. ex Sap. (JONES *et al.*, 1988).

Los primeros restos asignables a la familia Juglandaceae son palinomorfos del Campaniense inferior (posiblemente Santoniense) incluidos dentro de la especie *Momipites fragilis* Frederik & Christopher (MULLER, 1981).

Actualmente esta familia está compuesta por 8 géneros y alrededor de 60 especies (MANCHESTER & DILCHER, 1982), que se distribuyen por zonas templadas y subtropicales del Hemisferio Norte, Sudamérica e islas del Suroeste del Pacífico (CRONQUIST, 1981).

En la depresión ceretana se han detectado a partir de granos de polen los géneros: *Carya* Nutt., *Engelhardia* Leschen ex Bl., *Juglans* L., *Platycarya* Sieb. & Zucc. y *Pterocarya* Kunth. También se han colectado restos foliares que no se han podido determinar a nivel genérico.

MANCHESTER (1987), supone que el género *Carya* evolucionó en el Paleoceno temprano a partir de plantas que producían granos de polen del tipo *Momipites* Wodehouse. *Carya* se detectó por primera vez en el Paleoceno tardío del Centro de los Estados Unidos

a partir de palinomorfos que se describieron como: *Caryapollenites prodromus* (MULLER, 1981), y en el Paleoceno Superior del Oeste de Europa (MANCHESTER, 1987). En el Eoceno de Londres y Anjou se han hallado frutos con características intermedias entre *Carya* y *Juglans*, que se incluyeron en el género-forma *Juglandicarya* Reid & Chandler (VAUDOIS-MIÉJA, 1978). El género *Carya* presenta hoy en día unas 20 especies que se distribuyen por Norteamérica, México, China e Indochina (HUTCHINSON, 1967).

Los primeros registros del género *Engelhardia* están referidos a granos de polen del Maastrichtiense del Golfo de México y del Oeste del Centro de Estados Unidos (MULLER, 1981). En Europa la primera cita es *Triatriopollenites engelhartioides* del Paleoceno de Francia, apareciendo en Europa Central durante el Paleoceno Medio (MULLER, 1981). Los primeros frutos asignables a *Engelhardia* aparecen registrados en el Eoceno inferior de Norteamérica (DILCHER *et al.*, 1976). El género *Engelhardia* en la actualidad está representado por 7 especies que viven en zonas tropicales y subtropicales como constituyentes de bosques lluviosos de montaña y sabanas, en Asia Oriental y Sumatra (MANCHESTER, 1987).

Los primeros restos asignables a *Juglans* son palinomorfos que datan del Eoceno medio de Norteamérica. El polen de este género se encontraba ya extendido en el Oligoceno por Siberia, Oeste de Europa, Este de Estados Unidos y Columbia Británica, pero parece haber estado ausente hasta el Oligoceno tardío o Mioceno en América Central y Sudamérica (MANCHESTER, 1987). El género *Juglans* posee en la actualidad unas 12 especies y una extensa distribución geográfica que abarca todo el Hemisferio Norte y América del Sur (MANCHESTER, 1987).

Los primeros registros del género *Platycarya* son granos de polen procedentes del límite Paleoceno-Eoceno, o justo por debajo de este límite (WING & HICKEY, 1984), habiéndose detectado tanto en el Sur de Carolina en Norteamérica, como en la Cuenca Anglo-Parisina en Europa (MULLER, 1981). Restos de inflorescencias, frutos y hojas son abundantes en las localidades correspondientes al principio del Eoceno en el Hemisferio Norte (WING & HICKEY, 1984). El género *Platycarya* presenta en la actualidad una única especie que vive en bosques esclerófilos de hoja ancha y bosques mesófilos del Este de China y Japón.

Finalmente, palinomorfos que recuerdan superficialmente a los que posee el género *Pterocarya* se han obtenido en sedimentos Maastrichtienses del Ártico Ruso, del Sur de

Dakota y del Noreste de Montana. Difieren de los granos actuales por su pequeña talla y su superficie psilada. A partir del Eoceno este género estaba bien distribuido por el Hemisferio Norte encontrándose representado por pólenes, hojas y frutos (MANCHESTER & DILCHER, 1982). El género *Pterocarya* hoy en día presenta 5 especies, una en el Cáucaso, otra en Norteamérica y el resto en el Suroeste de Asia y Japón (MANCHESTER, 1987).

MICRORRESTOS

Carya sp.

(Lám. X, figs. 10 y 11a y b)

Polen atribuible a este género aparece en mayor o menor proporción en todos los afloramientos de la Cerdaña, siendo referible a la especie parataxónica *Caryapollenites simplex* (R. Pot.) Raatz. Ésta ha sido detectada en el Karpatiense, Badeniense y Pannoniense superior de Hungría (NAGY, 1985), Ottangiense de los Cárpatos, Mioceno Inferior del Norte de Bohemia, Mioceno Medio y Tardío de Baviera, Mioceno Medio de la región de Oder (Alemania), Ottangiense, Eggeburgiense, Karpatiense y Badeniense del Sur de Eslovaquia, y Badeniense tardío y Sarmatiense de la Depresión de Inner-Cárpatos (PLANDEROVÁ, 1990).

Los granos estudiados, por su tamaño, deben ser referidos a la subespecie *simplex* de *C. simplex* y al tipo *Carya cordiformis* (Wang.) K. Koch, descrito por BOS & PUNT (1991).

El género *Carya* presenta una polinización anemófila.

Descripción del material

Granos 3-zonoporados; isopolares; radialmente simétricos; esferoidales, a veces con aspecto subtriangular; $E=39.09-46.36\ \mu\text{m}$; poros circulares; diámetro de los poros $\approx 2,72-3,63\ \mu\text{m}$; exina con variación de grosor de 1,81 a 0,9 μm ; sexina siempre más gruesa que la nexina; téctum completo; infratécum sin columelas; superficie ligeramente escábrida al M. O. y equinulada al M. E. B. (Lám. X, fig. 11 a y b).

Engelhardia sp.

(Lám. X, fig. 9)

El tipo de polen estudiado es relacionable con la especie parataxónica: *Engelhardtiodites microcoryphaeus* R. Pot., apareciendo de forma puntual en los afloramientos del barranco de Salanca, torrente de Vilella, vertedero de Sampsor, y en las minas de Sampsor

y Sanavastre.

NAGY (1985), expresa que esta paraespecie, que fue descrita en el Egeriense, se va hallando de forma cada vez más escasa a lo largo del Mioceno, siendo su última cita del Pannoniense superior en Hungría.

El género *Engelhardia* presenta una dispersión anemófila de sus granos de polen.

Descripción del material

Granos 3-zonoporados; pequeños; triangulares con contorno plano en vista polar; no se han observado en visión ecuatorial; $E \approx 19-22,5 \mu\text{m}$; poros reondeados con unos $2,5 \mu\text{m}$ de luz; exina de aproximadamente $1-1,25 \mu\text{m}$; sexina unas cuatro veces más gruesa que la nexina; téctum completo; infratécum al M. O. sin columelas; superficie de psilada a ligeramente escábrida.

Juglans sp.

(Lám. XI, figs. 1 y 2)

El polen estudiado se puede relacionar con el tipo *Juglans regia* L., descrito por DÍEZ in VALDÉS et al. (1987) y BOS & PUNT (1991). Se ha encontrado en todos los afloramientos estudiados de una forma más o menos puntual, menos en el de Can Vilella.

Este género presenta polinización anemófila.

Descripción del material

Pólenes pantoporados; esféricos; $E \approx 51,81-36,36 \mu\text{m}$; de 14 a 9 poros con unas $2,72-3,63 \mu\text{m}$ de luz, bordeados por un anillo; exina con $\approx 1,36 \mu\text{m}$ en los mesoporios y $2,7 \mu\text{m}$ alrededor de los poros; sexina=nexina; superficie de psilada a ligeramente escábrida.

Observaciones

Según NAGY (1985), por el tamaño, número y disposición de los poros se pueden distinguir dos tipos de polen:

-El primero (Lám. XI, fig. 2) es referible a *Juglanspollenites maculosus* (R. Pot.) Nagy, el cual presenta un tamaño de $39-58 \mu\text{m}$ y poros con un anillo patente.

-El segundo tipo (Lám. XI, fig. 1) lo es a *Juglanspollenites verus* Raatz, el cual presenta menor tamaño ($35-46 \mu\text{m}$) y menor número de poros sin anillo, que la especie

anterior.

En los sedimentos de la Cerdaña hemos hallado estos dos tipos, amén de morfologías intermedias entre ellos. Es posible que pudieran pertenecer a dos especies diferentes, pero también pudiera haber ocurrido que la especie presentara polimorfismo en los granos de polen. Esto ocurre en la actualidad en *J. regia* y en *J. nigra* L., las cuales según los granos presentan de 6 a 23 poros (BOS & PUNT, 1988). Estas dos especies se diferencian en que la segunda presenta un número más constante de poros (14-16) hundidos de forma diferente (LIEUX, 1980). Si pudiéramos demostrar, al hallar inflorescencias masculinas con granos de polen preservados, que existió una especie de *Juglans* con dos tipos diferentes de palinomorfos, las dos especies parataxónicas citadas carecerían de valor taxonómico.

J. maculosus ha sido registrado en el Egeriense, Badeniense, Sarmatiense y Pannoniense inferior de Hungría, mientras que *J. verus* lo ha sido en el Egeriense, y del Ottnangiense al Pannoniense superior de Hungría (NAGY, 1985), en el Mioceno de Polonia, en el Mioceno Tardío de los Cárpatos y en el Sarmatiense del Suroeste de Eslovaquia (PLANDEROVÁ, 1990). Esta última especie ha sido comparada con *J. regia* y *J. cinerea* (NAGY, 1985).

***Platycarya* sp.**

(Lám. XI, fig. 8)

El tipo de pólenes hallados son relacionables con la especie parataxónica *Platycaryapollenites miocaenicus* Nagy, habiéndose detectado de forma puntual en los afloramientos del barranco de Salanca, torrente de Vilella, torrente de la Bavosa, camino de Balltarga a Bor, carretera de Bellver de Cerdanya a Pi, riu de Santa María y en las minas de Sampsor y Sanavastre.

P. miocaenicus se ha encontrado desde el Egeriense hasta el Pannoniense en los yacimientos de Hungría, apareciendo durante el Karpatiense y el Badeniense en mayor cantidad (NAGY, 1985).

MANCHESTER (1987), explica que el género *Platycarya* presenta una dispersión entomófila de sus palinomorfos.

Descripción del material

Granos 3-zonoporados; triangulares con contorno plano en vista polar; no se han

observado en vista ecuatorial; $E \approx 24 \mu\text{m}$; poros redondeados con unas $2,5 \mu\text{m}$ de luz; presencia de un pseudocolpo con forma de cruz en vista polar; exina delgada de aproximadamente $0,4 \mu\text{m}$, no distinguible en sexina y nexina; téctum completo; infratéctum sin columelas; superficie de psilada a ligeramente escábrida.

***Pterocarya* sp.**

(Lám. XI, fig. 9)

Pólenes referibles a este género se encuentran en mayor o menor cantidad en todos los afloramientos estudiados, siendo referibles a *Pterocaryapollenites stellatus* (R. Pot.) Thierg. Esta especie parataxónica ha sido citada en Hungría en el Egeriense y del Ottnangiense al Pannoniense (NAGY, 1985); en Alemania, del Oligoceno al Mioceno tardío; en el Norte de Bohemia, en el Mioceno; en Polonia, en el Mioceno Inferior y Medio; y en el Suroeste de Eslovaquia, en el Egeriense-Eggeburgiense, Mioceno Medio y Sarmatiense (PLANDEROVÁ, 1990).

El género *Pterocarya* presenta una polinización anemófila.

Descripción del material

Granos 4-8-zonoporados; elípticos; de circular-angulares a poligonales en vista polar; no se han observado en vista ecuatorial; $E \approx 33,63-39,09 \mu\text{m}$; poros aspidados con unas $3,63 \mu\text{m}$ de luz; exina de los mesoporios con $\approx 1,36 \mu\text{m}$ de grosor, aquí la sexina=nexina; en los poros la sexina se hace muy gruesa ($\approx 2,72 \mu\text{m}$) y la nexina adelgaza haciéndose muy fina (unas $0,9 \mu\text{m}$); ornamentación de psilada a ligeramente escábrida al M. O.

Observaciones

Entre los pólenes estudiados encontramos algunos granos con forma poligonal y la estructura de los poros bien conservada, y otros con una morfología más redondeada y la estructura de los poros no perfectamente conservada. Quizás esto se deba al proceso de fosilización, el cual no ha sido soportado de forma idéntica por todos los granos de polen, provocando que algunos de ellos aparezcan deformados.

MACRORRESTOS

Juglandaceae

(Fig. 29; Lám. XI, fig. 4)

- 1945 - *Pterocarya denticulata*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 344, 348, lám. III.
- 1950 - *Pterocarya denticulata*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 161.
- 1955 - *Pterocarya denticulata*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 91.
- 1977 - *Pterocarya denticulata*, SANZ DE SIRIA, pág. 27.
- 1977 - *Pterocarya fraxinifolia*, SANZ DE SIRIA, pág. 27.
- 1981 - *Pterocarya castaneaeifolia*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
- 1981 - *Pterocarya denticulata*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 559.
- 1981 - *Pterocarya fraxinifolia*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 559.
- 1981 - *Pterocarya castaneaeifolia*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, págs. 35-36.

Material

Se han estudiado 9 ejemplares foliares en mal estado de conservación, en forma de compresión sin la cutícula preservada, procedentes de los afloramientos del torrente de Vilella y Beders:

MGBG-A-218, MGBG-A-223, MGBV-9500, MGBV-9865, MGBV-10109, MGBG-A-218, MGBG-A-233, MNCNV-4596, MNCNV-4597, MNCNV-4598, MNCNV-4599, MNCNV-4600.

Descripción del material

Hojas compuestas imparipinnadas con 3-5 foliolos cortamente peciolulados; peciólulos de aproximadamente 0,6 cm; foliolos elípticos; longitud del limbo: 6-4,8 cm; anchura máxima del limbo: 2,3-1,16 cm; distancia de la zona de máxima anchura del limbo a la base: 2,9-2,2 cm; ápice agudo; base cuneada; margen irregularmente aserrado en todo su perímetro; gran cantidad de dientes pequeños con ángulo apical agudo; nerviación semilazada; 8-9 pares de nervios secundarios curvados abruptamente, con ángulo de divergencia $>45^\circ$ ó recto; presencia de nervios intersecundarios; nerviación terciaria mal preservada por lo general, percurrente con curso derecho o ahorquillado, formando ángulos rectos con los nervios secundarios y oblicuos con el nervios medio; nerviación con rango inferior a la terciaria no visible.

Observaciones

Los restos estudiados, por sus características morfológicas, no pueden relacionarse en concreto con ningún género de la familia. Además, su preservación no es especialmente buena, ya que únicamente se han colectado impresiones que no conservan en su totalidad la nerviación marginal. Ésta, según algunos autores consultados como GRANGEON (1958) y

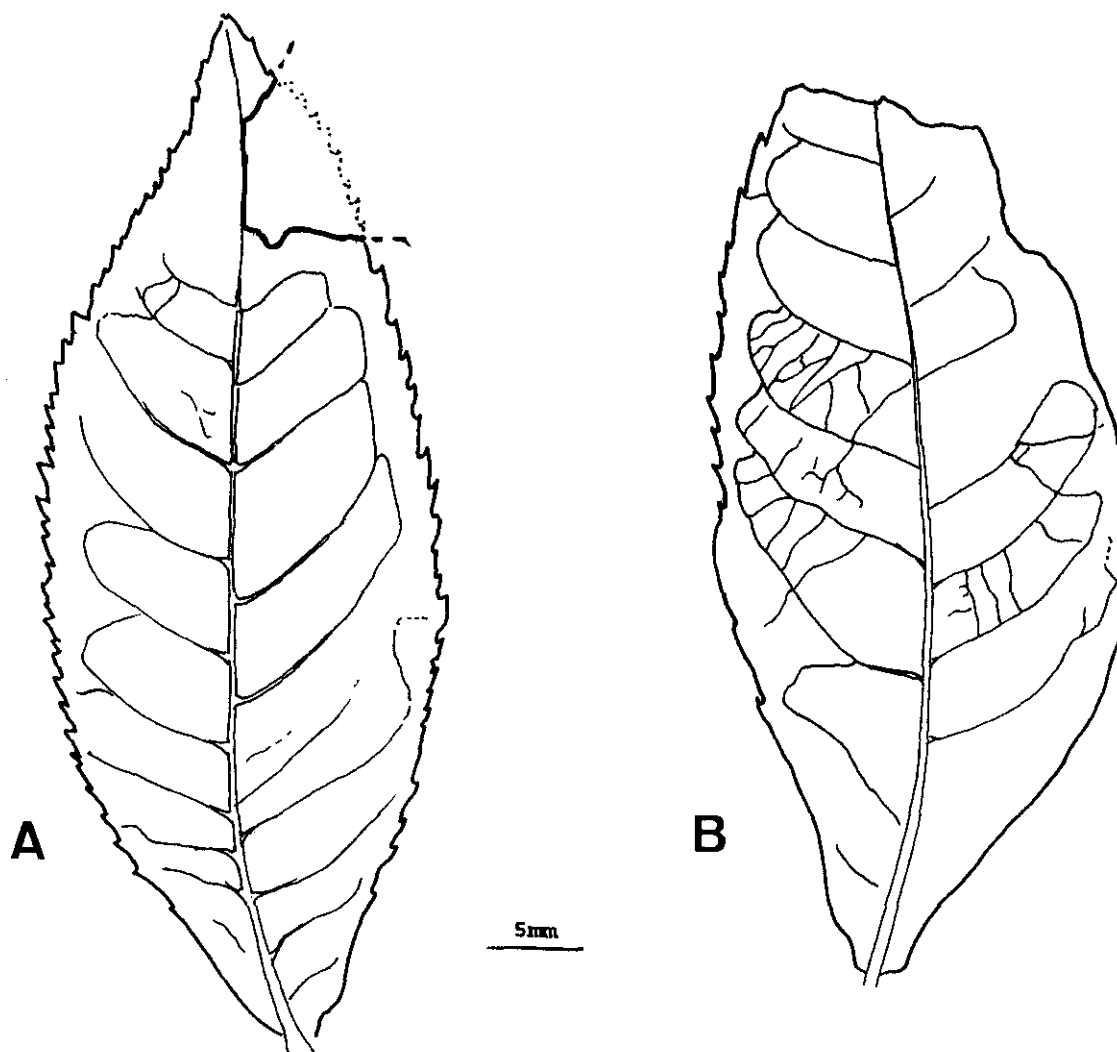


Fig. 29. Juglandaceae:

A- MNCNV-4600

B- MNCNV-4598

ROIRON (1981), es esencial para la determinación de los ejemplares a nivel genérico.

En el Neógeno de Europa Occidental y Central, ejemplares con morfologías semejantes a las aquí descritas se han determinado como *Carya minor* Sap. & Mar., *Juglans minor* Sap. & Mar., *Pterocarya denticulata* (O. Webb.) Heer y *Pterocarya fraxinifolia* Spach. (SAPORTA & MARION, 1873; BOULAY, 1887, 1892; LAURENT, 1904-1905; DE LA VAULX & MARTY, 1920; DEPAPE, 1922; MARTY & GLANGEAUD, 1936; ARAMBOURG et al., 1953; GRANGEON, 1953, 1958; KOTLABA, 1963; KNOBLOCH, 1969; BALLESTIO et al., 1979; ROIRON, 1981, 1983).

MANCHESTER (1987), expresa que la arquitectura y anatomía foliar de *Carya* a veces se solapa con la de *Cyclocarya*, *Juglans*, y *Pterocarya*. Además, según este último

autor, los foliolos de *Cyclocarya* son idénticos a los de *Pterocarya*.

Tras revisar el material fósil procedente de los afloramientos de la Cerdaña, y compararlo con material de herbario, hemos de concluir que estamos de acuerdo con las apreciaciones de MANCHESTER (1987). Las hojas y foliolos hallados pertenecen sin lugar a dudas a algún género de la familia Juglandaceae, sin poder especificar a cuál.

Orden Myricales

Familia Myricaceae Blume, 1829

Esta familia es la única que integra el orden Myricales, el cual según unos autores (CRONQUIST, 1981; HEYWOOD, 1985), debe incluirse dentro de la subclase Hamamelidae, y según otros (THORNE, 1973), debe considerarse junto con Juglandales en la subclase Rosidae, próximo a Rutales y Sapindales.

Del mismo modo que Juglandaceae, parece que los antepasados de esta familia también producían polen del tipo *Normapolles* (FRIIS & CRANE, 1989). Los primeros registros polínicos de esta familia se remontan al Santoniense (MULLER, 1981).

Aunque se han asignado a esta familia distintos macrorrestos procedentes de materiales cretácicos, parece que los registros más antiguos son hojas asignables al género *Camptonia* L'Heriter, procedentes del Eoceno Medio de Republic (Washington, Estados Unidos) (WOLFE & WEHR, 1987).

En la actualidad la familia Myricaceae es más o menos cosmopolita, a excepción de algunas regiones cálidas y templadas del Viejo Mundo y Australia (HEYWOOD, 1985), estando compuesta por tres géneros y unas 50 especies (CRONQUIST, 1981).

En los sedimentos del Mioceno Superior de la Cerdaña se han hallado tanto palinomorfos como restos foliares asignables al género *Myrica* L.

Los primeros restos fósiles que quizás puedan relacionarse con este género son granos de polen del Santoniense del Este de Estados Unidos, determinados como "*aff. Triatriopollenites* sp." (MULLER, 1981). Leños de *Myrica* han sido hallados en los depósitos eocenos de Yellowstone (Estados Unidos) (CRONQUIST, 1981).

En la actualidad el género *Myrica* se encuentra distribuido por casi todo el mundo, presentando unas 40 especies (HUTCHINSON, 1967).

MICRORRESTOS

Myrica sp.

(Lám. XI, fig. 3)

Granos de polen asignables a este género se han detectado en todos los afloramientos de la Cerdaña salvo en el de Prats y en el de Camino al Serrat de Nas, siendo asignable al género parataxónico *Myricipites* Wodehouse. Algunos de los granos estudiados, por su morfología, parecen poder identificarse con *M. bituitus* (R. Pot.) Nagy, del Egeriense de Hungría, aunque los ceretanos presentan un tamaño ligeramente mayor.

El género *Myrica* posee palinomorfos con dispersión anemófila.

Descripción del material

Granos 3-zonoporados; isopolares, radialmente simétricos; triangulares de contorno plano en vista polar; no se han observado en vista ecuatorial; E≈27-29 μm; diámetro de los poros ≈4,5 μm; exina de unas 2-1,5 μm de espesor; sexina dos veces más gruesa que la nexina, ambas se desdoblán en los poros, quedando la nexina separada de la sexina la cual se desarrolla sin engrosarse formando un atrium, la nexina se encuentra ausente de esta zona; tectum completo; infratectum sin columelas; superficie psilada al M. O.

MACRORRESTOS

Myrica lignitum (Unger) Saporta, 1865

(Fig. 29; Lám. XI, fig. 5)

- 1847 - *Quercus lignitum*, UNGER, pág. 113, lám. XXXI, figs. 5-7.
- * 1865 - *Myrica lignitum*, SAPORTA, pág. 102-103, lám. V, fig. 10.
- 1870-1872 - *Myrica lignitum*, SCHIMPER, pág. 541-542.
- 1884-1885 - *Quercus weberi*, RÉROLLE, págs. 275-276, lám. IX, figs. 6-7.
- 1891 - *Myrica lignitum*, ZITTEL, pág. 446, fig. 274, 1-3.
- 1903 - *Quercus phillyreoides*, MARTY, págs. 38-39, lám. VI, fig. 12.
- 1903 - *Quercus tenerrima*, MARTY, págs. 35-36, lám. VI, fig. 1-5.
- 1903 - *Quercus weberi*, MARTY, págs. 36-37, lám. VI, fig. 6-8.
- 1922 - *Myrica* aff. *cerifera*, DEPAPE, págs. 163-164, lám. IX, fig. 7.
- 1923 - *Pterocarya denticulata*, LAURENT & MARTY, págs. 139-140, lám. XIII, figs. 6-8.
- 1939 - *Myrica lignitum*, LAURENT & MARTY, pág. 113, lám. II, fig. 11.
- 1945 - *Quercus weberi*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 344.
- 1945 - *Sapindus undulatus*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. ??, lám. IX.
- 1950 - *Quercus weberi*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 161.
- 1951 - *Quercus weberi*, BATALLER, pág. 140.
- 1955 - *Berberis rhopalodes*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 120-121, lám. XXXIX, fig. 2.
- 1955 - *Callicoma microphylla*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 121, lám. XXXVIII, fig. 5.
- 1955 - *Fraxinus gracilis*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 170-171, lám. XXXVI, fig. 1.
- 1955 - *Gleditschia wesseli*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 121, lám. XXXVII, fig. 3.
- 1955 - *Mimosites haeringianus*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 136-137, lám. XLVIII, fig. 4.
- 1955 - *Quercus weberi*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 86.
- 1980b - *Myrica hakeaefolia*, SANZ DE SIRIA, pág. 14, lám. I, fig. 22.
- 1981 - *Quercus weberi*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
- 1981 - *Sapindus undulatus*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557, 559.

- 1981 - *Quercus weberi*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, pág. 34.
 1981 - *Sapindus undulatus*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, págs. 34, 36.
 1981 - *Myrica sagoriana*, KNOBLOCH & KVAČEK, pág. 97, lám. VIII, figs. 5-6.
 1988 - *Quercus lonchitis*, VICENTE i CASTELLS, págs. 26-27, lám. 1, fig. 23.

Material

Se han estudiado 160 ejemplares foliares en muy diverso estado de conservación (algunos de ellos se encuentran muy deteriorados, mientras que otros están en un excelente estado), en forma de impresiones y compresiones sin trazas cuticulares. Los especímenes analizados provienen de los afloramientos del camino de Balltarga a Bor, Beders, torrente de Vilella, Coll de Saig, Can Pilbre, Pedrá, Prats, barranco de Salanca y Santa Eugenia, siendo su listado el que sigue:

CA-8966-1, CA-8966-2, MGBG-A-49, MGBG-A-78, MGBG-A-82, MGBG-A-115, MGBG-A-122, MGBG-A-183, MGBG-A-214, MGBV-9497, MGBV-9501, MGBV-9765, MGBV-9846, MGBV-9855, MGBV-9873, MGBV-9892, MGBV-10054, MGBV-10086, MGBV-10099, MGBV-10156, MGBV-10169, MGBV-10175, MGBV-93481, MGBV-93493, MGBV-10558, MGSB-31312, MGSB-31350_{1,2}, MGSB-36191_{1,2}, MGSB-36200, MGSB-40318, MGSB-40420_{1,2}, MGSB-40436_{1,3}, MGSB-40441, MGSB-47040, MGSB-48120, MGSB-48131, MGSB-48163_{1,2}, MGSB-48164, MGSB-48169, MGSB-48171, MGSB-48177, MGSB-48180_{1,2}, MGSB-48465_{1,3}, MGSB-49383, MNCNV-265, MNCNV-267, MNCNV-272, MNCNV-277, MNCNV-278, MNCNV-282, MNCNV-299, MNCNV-435, MNCNV-438, MNCNV-439, MNCNV-468, MNCNV-469, MNCNV-472, MNCNV-473, MNCNV-474, MNCNV-475, MNCNV-476, MNCNV-477, MNCNV-478, MNCNV-479, MNCNV-480, MNCNV-481, MNCNV-484, MNCNV-486b, MNCNV-488, MNCNV-491, MNCNV-492, MNCNV-493, MNCNV-495, MNCNV-496, MNCNV-497, MNCNV-498, MNCNV-501, MNCNV-504, MNCNV-527, MNCNV-530, MNCNV-539, MNCNV-657, MNCNV-666, MNCNV-675, MNCNV-679, MNCNV-800, MNCNV-835, MNCNV-867, MNCNV-871, MNCNV-903, MNCNV-917, MNCNV-990, MNCNV-1001, MNCNV-3033, MNCNV-3067, MNCNV-3586, MNCNV-3594, MNCNV-3629, MNCNV-3637, MNCNV-3640, MNCNV-3641, MNCNV-3650, MNCNV-3654, MNCNV-3674, MNCNV-3676, MNCNV-3677, MNCNV-3679, MNCNV-4326, MNCNV-4452, MNCNV-4456, MNCNV-4547, MNCNV-4548, MNCNV-4549, MNCNV-4550, MNCNV-4551, MNCNV-4552, MNCNV-4553, MNCNV-4554, MNCNV-4555, MNCNV-4556, MNCNV-4557, MNCNV-4558, MNCNV-4559, MNCNV-4560, MNCNV-4561, MNCNV-4562, MNCNV-4563, MNCNV-4564, MNCNV-4565, MNCNV-4566, MNCNV-4567, MNCNV-4568, MNCNV-4569, MNCNV-4570, MNCNV-4571, MNCNV-4572, MNCNV-4573, MNCNV-4574, MNCNV-4575, MNCNV-4790, MNCNV-4874, MNCNV-4875, MNCNV-4876a, MNCNV-4876b, MNCNV-4877, UCM-BLL-006, UCM-CBEDERS-22, UCM-CBEDERS-36, UCM-CCS-25, UCM-CCS-48, UCM-CBIII-001, UCM-CTV-002, UCM-CTV-011, UCM-CTV-5.

Diagnosis original (SAPORTA, 1865)

M. foliis coriaceis, lanceolatis vel lanceolato-linearibus, basi in petiolum longe sensim attenuatis, apice acuminatis, dentatis vel integerrimis; nervis secundariis manifestis valde obliquis areolatis, tertiariis prominulis, in rete subtiliter venosum sotutis. Amentis masculis 1 centim. longis, cylindricis, obtusis e squamis adpresse imbricatis conflatis.

Descripción del material

Restos foliares polimórficos; cortamente peciolados; peciolo: 0,75-0,1 cm; limbos lanceolados, oblanceolados, elíptico estrechos, obovados y estrecho oblongos; longitud del

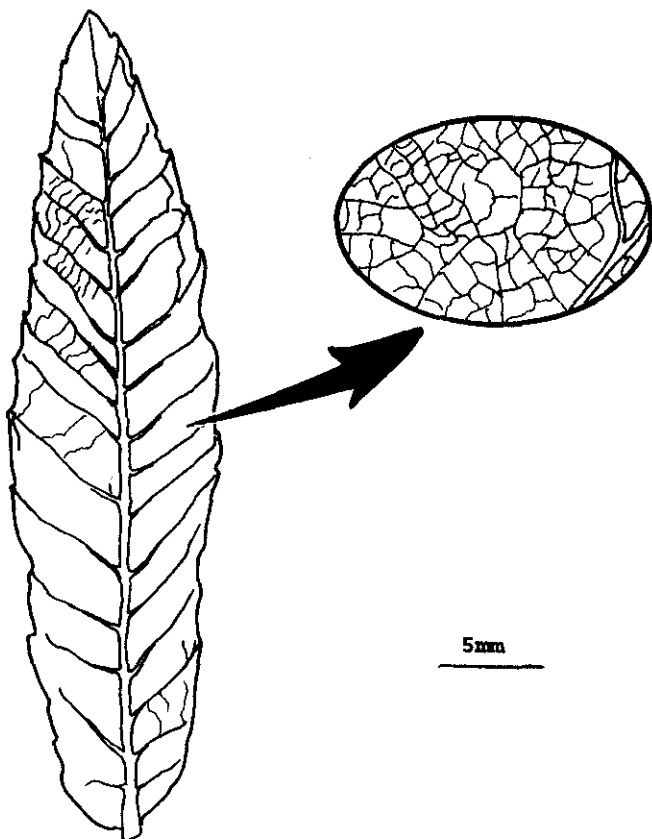


Fig. 30. *Myrica lignitum* MNCNV-4558

limbo: 6-1,6 cm; anchura máxima del limbo: 1,7-0,4 cm; distancia de la zona de máxima anchura del limbo a la base: 2,4-0,4; ápice agudo; base de cuneada a redondeada; margen por lo general aserrado, aunque también liso, siendo en este caso en algunas ocasiones ondulado; si se encuentra aserrado, los dientes por lo general se atenúan hacia la base, siendo estrechos y siguiendo usualmente un curso paralelo al margen del limbo; si el margen es liso, se presenta con sinuosidades. Nerviación por lo general rectipinnada simple, en toda su extensión menos en la zona basal, pues al no presentar dientes aparece

curvipinnada simple; si el ejemplar presenta el margen liso, la nerviación es pinnada, curvipinnada simple o, incluso, lazada; de 17 a 9 pares de nervios secundarios opuestos o alternos con curso derecho o curvado uniformemente, a veces dicotomizados; ángulo de divergencia agudo moderado, aunque aparecen hojas con ángulos de divergencia agudos anchos y rectos; presencia de nervios intersecundarios; nerviación terciaria percurrente con curso derecho o ahorquillado, formando ángulos rectos con los nervios secundarios y siendo oblicua frente al nervio medio; nerviación de rango inferior a la terciaria reticulada ortogonalmente formando areolas cuadrangulares bien desarrolladas.

Observaciones

Los restos foliares atribuibles a *M. lignitum* colectados en los diferentes afloramientos de la Cerdaña, fueron primeramente incluidos en la especie *Q. weberi* Heer, del Sarmatiense de Oehningen (RÉROLLE, 1884-1885). Más adelante, VILLALTA & CRUSAFONT (1945) y MENÉNDEZ AMOR (1955) los determinaron bajo diferentes denominaciones, como se puede observar en la bibliografía previa. Quizás ésto haya sido debido al alto grado de

polimorfismo foliar que presenta *M. lignitum*.

Desde un punto de vista morfológico, una especie muy parecida a la que nos ocupa es *M. zacharensis* Lesq., del Eoceno superior de la Formación Jackson Ark, Estados Unidos (BERRY, 1924). Quizás se debieran considerar sinónimas de *M. lignitum* a *M. linearis* Sap., *M. sagoriana* Ett. y *M. laevigata* (Heer) Sap., del Oligoceno superior de Brognon y Sagor y del Mioceno Inferior de Aix-en-Provence respectivamente (SAPORTA, 1862; SCHIMPER, 1870-1872; KNOBLOCH & KVAČEK, 1981).

M. elongata Sap., del Estampiense de Saint-Zacharie, presenta la forma de su limbo muy parecida a la de *M. lignitum*, pero la denticulación de especie oligocena es irregular, siendo su nerviación totalmente diferente (SAPORTA, 1863).

También hemos de destacar que algunas especies de quercíneas descritas en el Mioceno Superior de la Baja Renania como: *Quercus rottensis* O. Web., *Q. tenerrima* O. Web., *Q. lonchitis* Ung., *Q. tenuinervis* Wess. y, posiblemente, *Q. ettingshauseni* Wess. (WEBER, 1851; WESSEL & WEBER, 1855), debieran considerarse sin valor taxonómico, incluyéndose en *M. lignitum*.

La especie que nos ocupa es morfológicamente muy parecida a *M. arborea* Hutch., especie actual de Guinea Ecuatorial. La forma, la disposición y aspecto de las denticulaciones y la nerviación secundaria son iguales a las de *M. lignitum*, aunque los limbos de las hojas de la especie africana son más anchos.

Del mismo modo, *M. lignitum* presenta una morfología muy parecida a la de *M. conifera* Burm., de Tanganica, aunque la nerviación de ésta presenta un patrón diferente.

Algunos ejemplares pequeños con margen ondulado de la especie fósil, recuerdan a *M. faya* L.

Esta es la primera vez que se cita a *M. lignitum* en el Vallesiense de la Cerdaña.

Distribución estratigráfica y geográfica

- Estampiense.** Bois d'Assom, Manosque, Francia (SCHIMPER, 1870-1872).
- Chatiense.** Peyrac, Francia; Monod y Hohe Rhonen, Suiza (SCHIMPER, 1870-1872).
- Estampiense.** Puy-Saint-Jean, Puy-de-Dôme, Francia (LAURENT & MARTY, 1939).
- Aquitaniense.** Armissant, Francia; Rallingen y Laussanne, Suiza (SCHIMPER, 1870-1872).
- Burdigaliense.** Seifhennersdorf, Sajonia, Alemania (SCHIMPER, 1870-1872).
- Karpatiense.** Umgebung von Tamsweg, Niedere Tauern, Austria (KNOBLOCH &

KVAČEK, 1981).

-Tortoniense. Parschlug, Styria, Austria (SCHIMPER, 1870-1872); Montjuïc, Barcelona, España (VICENTE i CASTELLS, 1988).

-Vallesiense. Seo de Urgel, Lérida, España (SANZ DE SIRIA, 1980b); la Cerdaña, Lérida, España.

-Pontiense. Joursac, Cantal, Francia (MARTY, 1903).

-Plaisanciense. Reuver, Holanda (LAURENT & MARTY, 1923).

Además se encuentra citada esta especie en el Plioceno de Saint-Marcel, Valle del Ródano, Francia (DEPAPE, 1922).

***Myrica marginalis* Heer, 1881**

(Fig. 31; Lám. XI, fig. 6)

- * 1881 - *Myrica marginalis*, HEER, pág. 26, lám. XXVI, fig. 3-5.
- 1945 - *Salix tenera*, VILLALTA & CRUSAFONT, págs. 344, 348, lám. III.
- 1950 - *Salix tenera*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 161.
- 1955 - *Conospermum macrophyllum*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 108, lám. XXXIII, fig. 6.
- 1955 - *Dicotyledonea* sp., MENÉNDEZ AMOR, pág. 179, lám. L, fig. 1.
- 1955 - *Dicotyledonea* sp., MENÉNDEZ AMOR, pág. 181, lám. LI, fig. 2.
- 1988 - *Salix tenera*, GÓMEZ-ALBA, pág. 32, lám. 16, fig. 7.

Material

Se han estudiado únicamente tres ejemplares, dos de ellos de Coll de Saig y uno de Beders: MGBV-9523, MGM-1086m, MNCNV-361.

Diagnosis original (HEER, 1881)

M. foliis coriaceis, linearibus, sublobatis, lobis parvis, inaequalibus, brevissimis, extus rotundatis, nervo medio debili, nervis secundariis numerosis, subtilis, nervo marginali conjunctis.

Descripción del material

Restos foliares peciolados; peciolo robusto de 0,6-0,2 cm; limbo lanceolado u oblanceolado; longitud del limbo: 5-4,3 cm; anchura máxima del limbo: 1,9-1 cm; distancia de la zona de máxima anchura del limbo a la base: 3-1,1 cm; ápice agudo; base cuneada; margen liso; nerviación curvipinnada simple; más de 18 pares de nervios secundarios se curvan abruptamente formando un ángulo de divergencia agudo-ancho o recto; presencia de

nervios intersecundarios; nerviación terciaria reticulada ortogonalmente formando areolas cuadrangulares bien desarrolladas.

Observaciones

Por sus características morfológicas, pensamos que los ejemplares ceretanos descritos deben ser relacionados con el género *Myrica*, y en particular, con la especie del Mioceno Superior de Portugal, *M. marginalis* (HEER, 1881). Éstos fueron asignados a *S. tenera* Heer y *Conospermum macrophyllum* Ett., por VILLALTA & CRUSAFONT (1945) y MENÉNDEZ AMOR (1955), seguramente por no realizar un análisis de su nerviación secundaria.

No estamos de acuerdo con las consideraciones que hace HEER (1881), al comparar a *M. marginalis* con *M. laharpii* Heer y *M. obtusiloba* Heer, descritas en el Sarmatiense de Suiza (HEER, 1856), ya que éstas presentan hojas lobuladas, a diferencia de los ejemplares de *M. marginalis* figurados por este autor en 1881, los cuales no se encuentran lobulados, sino deformados, seguramente a causa de los procesos de fosilización sufridos.

Nosotros pensamos que la especie descrita se asemeja morfológicamente a *M. vera* Berry, *M. rostrata* De Candolle y *M. worthenii* (Lesq.) Berry, descritas por BERRY (1916) en el Eoceno Inferior del Sureste de Norteamérica.

Tras el estudio de pliegos de herbario, pensamos que la especie que nos ocupa puede ser comparada con *M. rubra* A. Cheval, especie actual del Japón, aunque los nervios secundarios de *M. marginalis* presentan menor distancia de separación que los de la especie japonesa.

Esta es la primera vez que se cita *M. marginalis* en el Mioceno superior de la Cerdaña, así como en el conjunto del Terciario español, siendo la segunda cita de esta especie que se hace en el Terciario después de la de HEER (1881).

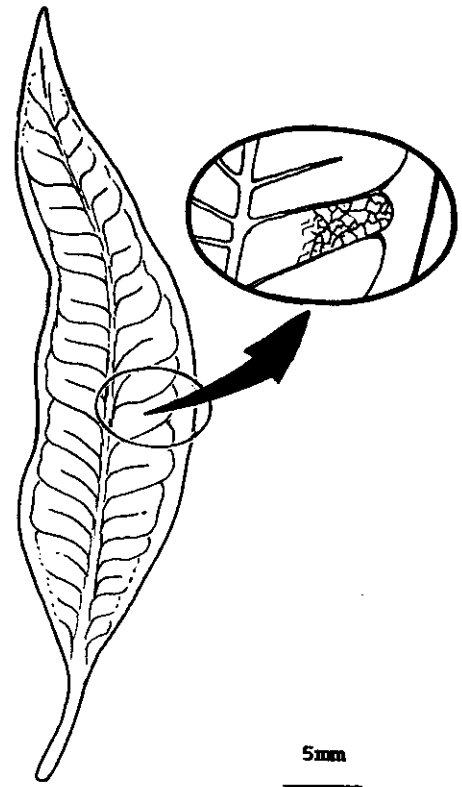


Fig. 31. *Myrica marginalis* MGBV-9523

Descripción estratigráfica y geográfica

-**Aquitaniense.** Campo Grande, Portugal (HEER, 1881).

-**Vallesiense.** La Cerdaña, Lérida, España.

Orden Fagales

Familia Fagaceae Dumortier, 1829

Los primeros restos verdaderamente atribuibles a la familia Fagaceae proceden del Maastrichtiense de Australia, tratándose de palinomorfos asignables al género *Nothofagus* Bl. (WOLFE, 1973; CRONQUIST, 1981). Este hecho parece indicar que las fagáceas se originaron a partir del Campaniense (CRONQUIST, 1981).

Esta familia en la actualidad está compuesta por 8 géneros y alrededor de 800 especies de distribución cosmopolita, a excepción de África Tropical y del Sur (CRONQUIST, 1981).

En los afloramientos de la Cerdaña hemos detectado la presencia de macro y microrrestos de dos géneros de esta familia: *Fagus* L. y *Quercus* L. Debiendo apuntar con duda la presencia del género *Castanea* Mill., ya que se describe a partir de restos foliares que bien podrían ser asignados al género *Quercus*.

Aunque han sido asignados al género *Fagus* restos de distinto tipo colectados en materiales cretácicos y paleocenos (WATELET, 1866; LESQUEREUX, 1874; NEWBERRY, 1898), los primeros datos fiables de la existencia de este género que nos ocupa datan del Paleoceno Superior, siendo restos macroscópicos colectados en Rusia (JONES, 1986). Según MULLER (1981, 1984), los primeros granos de polen asignables al género *Fagus* fueron descritos en el Oligoceno inferior de Canadá.

En la actualidad el género *Fagus* presenta de 9 a 14 especies que habitan en Europa, Asia Menor, Este de China, Japón, Taiwan y Este de Norteamérica. Éstas fueron divididas por TRALAU (1962) en dos grupos según la morfología de sus hojas. KVAČEK & WALTHER (1991), consideran que las especies del género *Fagus* deben repartirse en cuatro grupos teniendo en cuenta tanto las características epidérmicas de sus hojas como las morfológicas de sus cúpulas.

Los restos fósiles más antiguos atribuibles al género *Quercus* son inflorescencias colectadas en el Eoceno medio de la Formación Claiborne, USA (JONES, 1986), maderas, hojas y frutos del Eoceno medio de la Formación Clarno, USA (MANCHESTER, 1983); y maderas del Bartonense del Oeste de Francia (VAUDOIS-MIÉJA, 1985).

Palinomorfos asignables al género *Quercus* no han sido encontrados en sedimentos más antiguos del Oligoceno, estando representado en esta época por *Tricolporopollenites asper* Thoms. & Pf., en Europa, y por *Q. shiabensis* Muller en América del Norte (MULLER, 1981).

En la actualidad, el género *Quercus* se encuentra representado por unas 200 especies, que habitan en todo el Hemisferio Norte, a excepción de las regiones polares y desérticas, e Indonesia, en el Hemisferio Sur (HUTCHINSON, 1967).

CAMUS (1936-1954) y JONES (1986), están de acuerdo en dividir a este género en dos subgéneros, en base a caracteres foliares, frutales y florales: *Cyclobalanus* (Öerst.) Schn. y *Euquercus* Hickel & A. Camus. Estos dos subgéneros son divididos a su vez en varias secciones y subsecciones.

El registro más antiguo del género *Castanea* son palinomorfos procedentes de los yacimientos santoniense-campanienses del Oeste de Canadá, y se integran dentro del género *Tricolporopollenites* Pf. & Thom. Desgraciadamente, como comenta MULLER (1981), varios géneros de fagáceas actuales presentan este mismo tipo polínico, por lo que la presencia de éste ni nos confirma ni nos niega la existencia del género *Castanea* a finales del Cretácico.

Restos florales conservados en ámbar procedentes del mar Báltico, prueban la existencia del género que nos ocupa tal y como lo conocemos hoy en día en el límite entre el Eoceno y el Oligoceno (JONES, 1986).

El género *Castaneophyllum* Jones & Dilcher del Eoceno de Norteamérica, parece encontrarse estrechamente relacionado con *Castanea* (JONES & DILCHER, 1988). En Europa los registros fiables del género *Castanea* a partir de restos foliares hay que buscarlos en el Neógeno (KVAČEK & WALTHER, 1989).

Hay que esperar hasta el Plioceno para encontrar cúpulas de *Castanea* tal y como se desarrollan actualmente (JONES, 1986).

El género *Castanea* vive en la actualidad en el Reino Holártico, donde se encuentra representado por nueve especies agrupadas en tres secciones (CAMUS, 1929).

MICRORRESTOS

Fagus sp.

(Lám. XI, figs. 10 y 11; Lám. XII, fig. 1)

Palinomorfos asignables al género *Fagus* aparecen frecuentemente en todos los

afloramientos estudiados de la Cerdaña. En algunas localidades como barranco de Salanca, torrente de Vilella y Beders, se han hallado en gran cantidad frente a otros géneros de angiospermas.

El género *Fagus* presenta una plonización anemófila.

Descripción del material

Granos 3-zonocolporados; esferoidales o subprolados, en vista ecuatorial; circulares en vista polar; diámetro: 45-35 μm ; colpos estrechos con 2-1 μm de anchura, que recorren longitudinalmente todo el grano sin fusionarse en los polos; poros lalongados de 4-5 μm de diámetro; exina con $\approx 1,6$ μm de espesor; sexina algo más gruesa que la nexina; sobre los poros, la exina se separa de la intina formando un reborde; en algunos ejemplares se observa un engrosamiento interno de la exina alrededor de los colpos (Lám. XI, fig. 11); téctum completo; infratéctum columelado; superficie escábrida al M.O; al M. E. B. la ornamentación (también denominada escábrida por BENTHEM et al. 1984) se encuentra elongada, ramificada con ápices redondeados, hallándose estas estructuras parcialmente fusionadas entre sí (Lám. XII, fig. 1b).

Observaciones

La mayoría de los granos estudiados son atribuibles a la especie parataxónica *Faguspollenites gemmatus* Nagy, la cual, según NAGY (1985), es relacionable con la especie actual *F. orientalis* Lipsky. Esta paraespecie se ha encontrado en el Egeriense, Eggeburgiense, Karpatiense, Badeniense, Sarmatiense y Pannoniense inferior y superior de Hungría (NAGY, 1985).

Hay que hacer mención de otro tipo de grano de polen (Lám. XI, fig. 11), morfológicamente diferente de *F. gemmatus* a causa del aumento del grosor interno de la exina de sus colpos. Según PONS (1964), los granos que lo presentan son comparables a los de algunas especies de *Fagus* del Este de Asia como *F. japonica* Maxim.

***Quercus* sp.**

Granos de polen asignables a este género han sido detectados en mayor o menor cantidad en todos los afloramientos muestreados. Éstos son muy variables en cuanto aspecto, habiéndose encontrado varios tipos característicos y formas de transición entre ellos. En este

trabajo se describen 5 tipos. Es de suponer que pertenecieran a las diferentes especies de quercíneas que poblaron la Cerdaña. Sin embargo, al ser pólenes anemófilos es posible que también provengan de lugares alejados y de especies no presentes en el área de estudio.

En la confección de los diagramas polínicos hemos agrupado todos estos tipos de granos como *Quercus* sp. y como *Quercus* tipo *ilex-coccifera* siguiendo el patrón utilizado por SUC (1980).

Descripción del material

a) tipo 1 (Lám. XIII, fig. 3 y 8): Granos 3-zonocolpados; prolatos en vista ecuatorial; triangular-anguloaperturados con contorno lobulado en vista polar; $P=40,9-33,6\ \mu\text{m}$; $E=23,6-25,45\ \mu\text{m}$; colpos con forma de barca adelgazados hacia los polos donde no se fusionan entre sí; máxima anchura de los colpos $7-5,45\ \mu\text{m}$; exina de aproximadamente $1\ \mu\text{m}$ de grosor; sexina unas dos veces más gruesa que la nexina; téctum completo; infratécum columelado; ornamentación escábrida o escábrido-verrucada (Lám. XIII, fig. 8b).

Este tipo de polen ha sido determinado en todos los afloramientos de la Cerdaña, y es referible al grupo de *Q. robur* L. propuesto por BENTHEM *et al.* (1984), y a las especies parataxónicas: *Quercopollenites granulatus* Nagy y *Quercopollenites robur typus*; quizás también a *Quercopollenites petraea typus*.

Q. granulatus se ha hallado en el Egeriense, Eggeburgiense, Badeniense y Pannoniense de Hungría; *Q. robur typus* ha aparecido en los sedimentos del Egeriense, Karpatiense Sarmatiense y Pannoniense inferior de Hungría; y *Q. petraea typus* en el Karpatiense, Badeniense, Sarmatiense, y Pannoniense de Hungría (NAGY, 1985).

Posiblemente pudiera relacionarse con *Q. hispanica* RÉR., especie descrita en la Cerdaña basandose en restos foliares como veremos más adelante, ya que morfológicamente se asemeja a la especie actual *Q. humilis* Mill., incluida dentro del grupo de *Q. robur* por BENTHEM *et al.* (1984).

b) tipo 2 (Lám. XIII, fig. 2): Granos 3-zonocolpados; prolatos en vista ecuatorial; esférico-aperturados con contorno lobulado en vista polar; $P\approx 34,5\ \mu\text{m}$; $E\approx 24,5\ \mu\text{m}$; colpos en forma de barca adelgazados hacia los polos donde no se fusionan entre sí; máxima anchura de los colpos de aproximadamente $6\ \mu\text{m}$; exina $\approx 1\ \mu\text{m}$ de grosor; nexina=sexina; téctum completo; infratécum columelado; superficie de ligeramente escábrida a psilada.

Este tipo de polen aparece de forma puntual en casi todos los afloramientos de la Cerdaña destacando el del barranco de Salanca y el del torrente de Vilella, siendo referible a la especie parataxónica *Tricolporopollenites asper* (Th. et Pf.) W. Kr.

Esta paraespecie se ha encontrado en el Eggeburgiense, Karpatiense y Badeniense de Hungría (NAGY, 1985). PALDEROVÁ (1990) dice que esta especie es común en todo el Mioceno, sobre todo en el Mioceno Superior de Europa.

c) tipo 3: Granos 3-zonocolporoidados; de prolato-esferoidales a subprolotos en vista ecuatorial; esferoidales con contorno lobulado en vista polar; $P=28,18-22,7\ \mu\text{m}$; $E=23,63-22,72\ \mu\text{m}$; colpos estrechos de $1,3-1\ \mu\text{m}$, a menudo geniculados; no se aprecia adelgazamiento progresivo de los colpos hacia los polos, donde no se fusionan entre sí; exina de alrededor de $0,9\ \mu\text{m}$ de espesor; sexina=nexina; téctum completo; infratéctum columelado; ornamentación escábrida granulada; gránulos muy pequeños.

Estos palinomorfos se pueden comparar a los de algunos *Quercus* actuales de Asia Oriental y de Norteamérica descritos por LIEUX (1980) y JARVIS et al. (1992): *Q. virginiana* Mill., *Q. rhederiana* Hanz.-Mass. y *Q. senescens* Hanz.-Mass. Se han determinado, aunque de forma no muy numerosa, en todos los afloramientos de la Cerdaña.

d) tipo 4 (Lám. XIII, fig. 4): Granos 3-zonocolpados; esférico-subprolotos en vista ecuatorial; esféricos con contorno lobulado en vista polar; $P=28-75,25\ \mu\text{m}$; $E=25-23,75\ \mu\text{m}$; colpos geniculados de aproximadamente $2,5\ \mu\text{m}$ que no se adelgazan ni se fusionan entre sí en los polos; presencia de poroides en algunos ejemplares; exina de unas $2\ \mu\text{m}$ de espesor; sexina unas dos veces más gruesa que la nexina; téctum completo; infratéctum columelado; ornamentación escábrida.

Estos pólenes aparecen de forma puntual en algunos afloramientos como el barranco de Salanca y la mina de Sanavastre, y son referibles al tipo *ilex-coccifera*, ya que es el que presentan las especies actuales *Q. ilex* L. y *Q. coccifera* L. Quizás pudieran ser relacionados con *Q. mediterranea* Ung., especie detectada a partir de restos foliares en los afloramientos de la Cerdaña, como se verá más adelante. Esta especie según KVAČEK & WALTHER (1989), se encuentra relacionada filogenéticamente con *Q. coccifera*. Se mencionan pólenes de *Q. coccifera* en el Villafranquiense, y de *Q. ilex* en el Cuaternario medio (PONS & VERNET, 1971).

e) tipo 5 (Lám. XIII, fig. 5): Granos 3-zonocolpados; prolatos en vista ecuatorial; esféricos con contorno lobulado en vista polar; $P \approx 24,5 \mu\text{m}$; $E \approx 15,9 \mu\text{m}$; colpos con forma de barca, presentando su zona de máxima anchura en el ecuador, aproximadamente $3,6 \mu\text{m}$; no existe fusión de los colpos en los polos; a veces colpos geniculados; en algunas ocasiones existencia de poroide; exina de $\approx 1-0,6 \mu\text{m}$ de espesor; nexina=sexina; téctum completo; superficie psilada o levemente escábrida.

Estos pólenes aparecen de forma puntual en algunos afloramientos como los del barranco de Salanca y torrente de Vilella. Son relacionables con *Tricolpopollenites microhenrici* (R. Pot.) W. Kr.

Esta paraespecie se ha hallado en todo el Neógeno, apareciendo en Hungría picos de abundancia del Egeriense al Mioceno Medio, también se ha encontrado en bajas cantidades en el Sarmatiense y en el Pannoniense inferior (NAGY, 1985). PLANDEROVÁ (1990), dice que *T. microhenrici* se ha hallado en el Mioceno Inferior de los Cárpatos, en el Mioceno Medio de la región de Oder, y en Silesia, Polonia, del Eoceno al Plioceno.

MACRORRESTOS

cf. *Castanea* sp.

(Lám. XI, fig. 7)

- 1884-1885 - *Castanea palaeopumilla*, RÉROLLE, págs. 264-265, lám.V, fig. 8.
- 1945 - *Castanea palaeopumila*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 344, figs. I, VII.
- 1947 - *Castanea palaeopumila*, SOLÉ & LLOPIS, pág. 93, lám. XI.
- 1951 - *Castanea palaeopumila*, BATALLER, pág. 140.
- 1955 - *Castanea paleopumila*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 76-77, lám.XXV, fig.3.
- 1981 - *Castanea palaeopumilia*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
- 1981 - *Castanea palaeopumilia*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, pág. 33.
- 1988 - *Castanea palaeopumilla*, GÓMEZ-ALBA, pág.30, lám.15, fig.11.
- 1989 - *Castanea sativa*, BARRÓN, págs. 23-25.
- 1991 - *Castanea sativa*, BARRÓN, págs. 49-63, lám.II, figs. 1-2, lám. III, fig. 1.

Material

Se han estudiado 24 ejemplares foliares usualmente en buen estado de conservación, colectados como impresiones o compresiones sin la cutícula preservada, procedentes de los afloramientos de Beders, Coll de Saig, El Pedró, torrente de Vilella, torrente de la Bavosa y barranco de Salanca:

CMV-s/n, MGBV-9457, MGBV-9474, MGBV-10158, MGBV-28724, MGM-1061M, MGSB-4037, MGSB-31016,

MBSB-31217, MGSB-48154, MNCNV-302, MNCNV-1541, MNCNV-1542, MNCNV-3073, MNCNV-3117, MNCNV-3118, MNCNV-3122, MNCNV-3140, MNCNV-3551, MNCNV-3569, MNCNV-4489, MNCNV-4490, UCM-BII-008, UCM-CTV-36.

Descripción del material

Restos foliares cortamente peciolados; longitud del peciolo: 0,8-0,2 cm; forma del limbo de elíptico a lanceolado; longitud: 10,59-6,86 cm; anchura máxima: 5,5-2,2 cm; distancia de la zona de máxima anchura del limbo a la base: 6-2,16 cm; ápice atenuado en los limbos más grandes y agudo en los más pequeños; base simétrica o asimétrica, si es simétrica varía de aguda a redondeada; margen aserrado con ángulo apical agudo o recto, si los dientes marginales están muy desarrollados, a veces este ángulo es redondeado y forma una especie de seno, en algunos ejemplares aparecen dientes con diferentes ángulos apicales, sin que se observe variación de estos ángulos sobre el margen del limbo hacia la base o hacia el ápice; en algunas ocasiones dientes mucronados; nerviación rectipinnada simple; 12-17 pares de nervios secundarios paralelos entre sí, con curso derecho, aunque en algunos ejemplares se curvan uniformemente; ángulo de divergencia de 45° que suele variar siendo más agudo en el ápice que en la base; en algunas ocasiones, dicotomías de los nervios secundarios; nervios terciarios percurrentes, con curso derecho o ahorquillado, respecto a los secundarios son alternos y opuestos formando un ángulo recto, frente al nervio medio son oblicuos con curso convexo; nerviación de rango inferior a la terciaria, reticulada ortogonalmente formando areolas poligonales bien desarrolladas.

Observaciones

La diferenciación entre las hojas de las distintas especies del género *Castanea* y de algunas especies incluidas en las secciones *Cerris* Öerst., *Mesobalanus* A. Camus y en la subsección *Prinoideae* Trel., de la sección *Lepidobalanus* Endl., del género *Quercus*, es problemática, ya que presentan morfologías idénticas.

Según KVAČEK & WALTHER (1989), la única característica morfológica diferencial entre las hojas de *Castanea* y de *Quercus*, es la presencia en este último género de nervios fimbriales. Desde un punto de vista epidérmico, también es difícil distinguir las hojas de estos dos géneros, ya que presentan patrones similares (KVAČEK & WALTHER, 1989).

En el Mioceno Superior de la Cerdaña, RÉROLLE (1884-1885), colectó un conjunto de restos foliares oblongo-lanceolados con pequeños dientes en el margen, los cuales comparó

con los descritos en el Pontiense de Senigalia (Italia) como *C. palæopumilla* And.

C. palæopumilla fue descrita en el Mioceno Medio de Thalheim (Rumanía), a partir de restos foliares idénticos a *Q. kubinyi* (Kov.) Czezzott, por lo que no presenta valor taxonómico (TRALAU, 1963). Hasta el momento, en Europa no se ha descrito ningún resto foliar verdaderamente relacionable con la especie actual *C. pumila* (L.) Mill., del Este de Norteamérica.

Los especímenes descritos en Senigalia como *C. palæopumilla*, morfológicamente no presentan ninguna afinidad con *Q. kubinyi*, ya que esta especie tiene dientes marginales aristados. Por las mismas razones, creemos que los ejemplares ceretanos tampoco poseen ninguna afinidad con esta última especie.

Posteriormente a RÉROLLE (1884-1885), en la Cerdaña se colectaron restos foliares que se alejan del patrón descrito por este autor. Se trata de hojas de limbos anchos con dientes marginales muy patentes, triangulares y, algunos, con ángulos apicales rectos. Estos restos son comparables a los de la especie *C. forilivii* Mass., descrita en Senigalia (MASSALONGO & SCARABELLI, 1859). Ejemplares con estas características procedentes de la Cerdaña, fueron incluidos en *C. palæopumilla* por VILLALTA & CRUSAFONT (1945) y MENÉNDEZ AMOR (1955).

También han sido colectados en los afloramientos ceretanos ejemplares con limbos asimétricos y nervios secundarios uniformemente curvados y poco espaciados (ejemplar MGBV9457). Esta morfología se puede referir a la especie *Q. licudensis* descrita por KNOBLOCH & VELITZELOS (1986), en la flora del Mioceno Superior de Likudi (Grecia). Sobre todo encontramos un gran parecido con el ejemplar figurado en la lám. 3, fig. 9, del trabajo anteriormente citado.

Pensamos que los restos foliares procedentes de la Cerdaña, tanto los descritos como *C. palæopumilla* como los comparables con *C. forilivii* y con *Q. licudensis*, pertenecen a la misma especie, siendo este un caso patente de polimorfismo foliar, usual en los representantes de la familia Fagaceae.

Al tratar de relacionar los restos foliares del tipo descrito con los géneros *Castanea* o *Quercus*, hemos contrastado las características de nuestros ejemplares con la descripción de diferentes especies fósiles, llegando a las siguientes conclusiones:

a) No podemos relacionar la especie en estudio con *Q. czezzottiae* Hummel descrita por STRIEGLER (1992), en el Mioceno Medio de Polonia, ni con *Q. pontica miocenica*

Kubat encontrada por MELLER (1983), en el Vallesiense de Sprendlingen, ya que, aunque presentan una forma muy semejante a la de nuestros ejemplares, poseen nervios secundarios ramificados en su zona terminal.

b) Los ejemplares ceretanos poseen los dientes del margen sin aristas. Por esta razón no se pueden relacionar con las especies neógenas: *Q. kubinyi*, *Q. schoetzi* Knobl., *Q. gregori* Knobl. y *Q. latifolia* (Sord.) Knobl.

c) *Q. licudensis* pudiera ser relacionado con algunos de nuestros ejemplares. KNOBLOCH & VELITZELOS (1986), destacan que *Q. licudensis* presenta un número de pares de nervios secundarios que oscila entre 21 y 17, además aseguran que este número es constante. Creemos que estos autores no deberían haber realizado esta afirmación de un modo tan taxativo, ya que la muestra, como ellos mismos reconocen era insuficiente.

Los ejemplares ahora asignados a *Q. licudensis* lo fueron primeramente a *C. sativa* Mill. Para argumentar esta nueva atribución taxonómica KNOBLOCH & VELITZELOS (1986), explican que los especímenes de Likudi presentan una densa nerviación secundaria y terciaria, y el ángulo apical redondeado. No obstante, los individuos de las distintas especies de los géneros *Quercus* y *Castanea* pueden tener, según las características del medio donde vivan hojas con nerviación más compacta que otras. En los ejemplares de la Cerdaña sólo podemos considerar como "densa" la nerviación del ejemplar MGBV-9457. En cuanto al ángulo apical, tanto en *Castanea* como en *Quercus* existen individuos con hojas que presentan varios tipos de ángulo apical, como ocurre en el ejemplar CMV-s/n, luego la atribución de los ejemplares de Likudi al género *Quercus* por las razones expuestas carece de base. Pensamos que no se puede rechazar totalmente el que éstos puedan volver a asignarse al género *Castanea*.

d) La especie que en principio se identifica más directamente con los ejemplares ceretanos es *C. atavia* Ung., considerada sinónima "pro parte" por PAMALAREV (1989), junto con *C. sativa fossilis*, de *C. pliosativa* Kolak. Ejemplares con una morfología similar a los colectados en la depresión Ceretana han sido descritos en el Tortoniense de Esbarrondadoiro (TEIXEIRA, 1952a), en el Mioceno Superior de Charay y Rochessauve (GRANGEON, 1958), en el Pannoniense de Moravia y Bavaria (KNOBLOCH, 1969; UNGER, 1983) y en el Plioceno de Montijo y del Valle de Samtarém (TEIXEIRA, 1947, 1952b).

BARRÓN (1989, 1991), atribuye los restos foliares de la especie que nos ocupa a *C.*

sativa, aduciendo que, aunque no se han podido realizar estudios cuticulares, por una parte, sus morfologías foliares son idénticas, y por otra, los ejemplares ceretanos no presentan los nervios fimbriales puestos de manifiesto por KVAČEK & WALTHER (1989), característicos del género *Quercus*.

Sin embargo, es posible que la carencia de estos nervios en las hojas fósiles sea debida a una pérdida de información durante el proceso de fosilización.

El género *Castanea* fue mencionado a partir de granos de polen procedentes de las minas de Sanavastre y Sampsor por JELSGERMA (1957) y BESSEDIK (1985). Por el contrario, tanto BALTUILLE *et al.* (1992), como nosotros no hemos hallado ni un sólo grano asignable a este género. Es posible que la ausencia de palinomorfos de este tipo sea debida a que *Castanea* presenta una polinización entomófila, sin embargo este género produce gran cantidad de granos de polen y es extraño que en los sedimentos estudiados aparezcan restos foliares y ni un sólo palinomorfo. Posiblemente, el polen de tipo *Castanea* sea más fácilmente destruido que otros tipos polínicos. Sin embargo, en la Cerdaña se han hallado pólenes de plantas acuáticas considerados frágiles frente a los procesos de fosilización. A diferencia de los pólenes de tipo *Castanea*, los palinomorfos asignables al género *Quercus* son muy abundantes.

Teniendo en cuenta la ausencia de pólenes de tipo *Castanea* así como y lo incierto de la preservación de nervios fimbriales en la hojas colectadas, atribuimos los restos foliares castaniformes de fagáceas ceretanas a cf. *Castanea* sp., esperando que en el futuro se puedan coleccionar frutos o restos florales en conexión orgánica a ramas con hojas que puedan ratificar o no la asignación de estos restos al género *Castanea*.

***Fagus gussonii* Massalongo, 1859**

(Figs. 32 y 33; Lám. XII, figs. 2 y 3; Lám. XIII, fig. 1)

- * 1859 - *Fagus gussonii*, MASSALONGO & SCARABELLI, págs. 202-203, lám. XXV, figs. 2, 5.
- 1859 - *Fagus deucalionis*, MASSALONGO & SCARABELLI, págs. 203-204, lám. XXX, fig. 9.
- 1859 - *Fagus marsilii*, MASSALONGO & SCARABELLI, págs. 201-202, lám. IX, fig. 19.
- 1884-1885 - *Fagus pliocenica* SAP. var. *ceretana*, RÉROLLE, págs. 258-263, lám. V, figs. 1-7.
- 1888 - *Fagus pliocenica* SAP. var. *ceretana*, SAPORTA, pág. 154.
- 1891 - *Fagus ceretana*, SAPORTA, pág. 61, fig. 1.
- 1891 - *Fagus sylvatica* L. var. *ceretana*, ZITTEL, págs. 804, 822.
- 1892 - *Fagus pliocenica*, BOULAY, pág. 13.
- 1903 - *Fagus pliocenica*, MARTY, págs. 32-33, lám. V, figs. 5-7.
- 1905 - *Fagus pliocenica*, MARTY, págs. 8-9, fig. 15.
- 1931 - *Fagus pliocenica*, MARTY, pág. 184, lám. IX, figs. 11-12, lám. VII, figs. 1-2.
- 1936 - *Fagus pliocenica*, MARTY & GLANGEAUD, pág. 22, lám. B, fig. 3, lám. C, fig. 1.

- 1945 - *Fagus plicenica* SAP. var. *ceretana*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 344, láms. I, VII.
 1947 - *Fagus plicenica* SAP. var. *ceretana*, SOLÉ & LLOPIS, pág. 93, lám. XIV.
 1950 - *Fagus plicenica* SAP. var. *ceretana*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 160.
 1951 - *Fagus plicenica* SAP. var. *ceretana*, BATALLER, pág. 140.
 1952b - *Fagus plicenica*, TEIXEIRA, pág. 56, lám. VI, fig. 7-7a.
 1955 - *Colutea macrophylla*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 130, lám. XLVII, fig. 1.
 1955 - *Fagus plicenica* SAP. var. *ceretana*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 72-74, lám. XXIV, figs. 1-2.
 1955 - *Castanea ungeri*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 75-76, lám. XXV, fig. 2.
 1957 - *Fagus plicenica*, GRANGEON, pág. 187.
 1958 - *Fagus plicenica*, DEPAPE & GRANGEON, págs. 155, 164, 166.
 1958 - *Fagus plicenica*, GRANGEON, págs. 71, 74-75, lám.-text. VII, figs. 5-13.
 1958 - *Fagus plicenica* SAP. var. *ceretana*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 8-9.
 1959 - *Fagus latissima*, ANDREÁNSZKY, pág. 96, fig. 80, lám. XXV, fig. 7.
 1959 - *Fagus* cfr. *orientalis*, ANDREÁNSZKY, pág. 97.
 1970 - *Fagus plicenica* SAP. var. *ceretana*, FERNÁNDEZ MARRÓN, págs. 134-135.
 1974 - *Fagus plicenica* SAP. var. *ceretana*, SANZ DE SIRIA, págs. 27-31, lám. II, fig. 2d.
 1977 - *Fagus plicenica* var. *ceretana*, SANZ DE SIRIA, pág. 26.
 1980a - *Fagus plicenica* SAP. var. *ceretana*, SANZ DE SIRIA, pág. 46, lám. I, fig. 2.
 1980b - *Fagus plicenica* SAP. var. *ceretana*, SANZ DE SIRIA, págs. 11-12, lám. I, fig. 16a.
 1981 - *Fagus plicenica* SAP. var. *ceretana*, ÁLVAREZ RAMIS, págs. 557, 559.
 1981 - *Fagus plicenica* SAP. var. *ceretana*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSÉ, págs. 33, 36.
 1981 - *Fagus plicenica*, ROIRON, págs. 29, 31, 33, 35, lám. I, fig. 13.
 1982 - *Fagus plicenica*, SANZ DE SIRIA, pág. 6, lám. I, fig. 4.
 1986 - *Fagus gussonii*, KNOBLOCH & VELITZELOS, págs. 9-10, lám. 2, figs. 2-4, 6-8, lám. 5, fig. 11, lám. 6, fig. 5.
 1987 - *Fagus plicenica*, IBÁÑEZ, pág. 201.
 1987 - *Fagus gussonii*, KNOBLOCH & VELITZELOS, págs. 161-163, lám. 1, fig. 5.
 1987 - *Fagus orientalis* LIPSKY *fossilis*, KNOBLOCH & VELITZELOS, pág. 159.
 1988 - *Fagus plicenica* SAP. var. *ceretana*, AGUSTÍ *et al.*, pág. 179, ilustr. 160.
 1988 - *Fagus plicenica* SAP. var. *ceretana*, GÓMEZ-ALBA, pág. 30, lám. 15, fig. 10.
 1989 - *Fagus plicenica*, TUREK *et al.*, pág. 112, fig. 2.
 1991 - *Fagus orientalis*, BARRÓN, págs. 78-94, lám. III, figs. 2-4.
 1994 - *Fagus gussonii*, BARRÓN & DIÉGUEZ, págs. 24, 28, fig. 2, 3-4, fig. 3, 4-5, fig. 5, fig. 6, 6.

Material

Se han colectado 261 ejemplares foliares en todos los afloramientos de macroflora de la Cerdaña. Éstos se han preservado en forma de impresiones o compresiones sin trazas cuticulares. Únicamente se ha hallado un ejemplar que conserva restos cuticulares sobre su nervio medio. El estado en que se encuentran los especímenes colectados es muy diverso dada la gran cantidad analizada: muchos de ellos se encuentran en un excelente estado de conservación, algunos están muy deteriorados. El listado de ejemplares estudiados es el siguiente:

CA-8958-1, CA-8958-2, CA-8958-3, CA-8958-4, CA-8958-5, CMV-916, CMV-923, MGB-29359, MGB-29361, MGBG-A-84, MGBG-A-172, MGBG-A-179, MGBG-A-195, MGBG-A-200, MGBG-A-209, MGBG-A-210, MGBG-A-211, MGBG-A-214, MGBG-A-217, MGBG-A-221, MGBG-A-225, MGBG-A-241, MGBV-9460, MGBV-9515, MGBV-9698, MGBV-9699, MGBV-9703, MGBV-9715, MGBV-9739, MGBV-9740, MGBV-9741, MGBV-9753, MGBV-9764, MGBV-9802, MGBV-9805, MGBV-9845, MGBV-9853, MGBV-9902, MGBV-10029, MGBV-10036, MGBV-10040, MGBV-10041, MGBV-10042, MGBV-10055, MGBV-10134, MGBV-10135, MGBV-10555, MGBV-10564, MGM-57M, MGM-348M, MGM-365M, MGM-399M, MGM-447M, MGM-448M, MGM-456M, MGM-483M, MGM-484M, MGM-492M, MGM-497M, MGM-497M, MGM-958M, MGM-963M, MGB-1040M, MGM-1043M, MGM-1044M, MGM-1045M, MGM-1048M, MGM-1057M, MGM-1058M, MGM-1059M, MGM-1083M 2, MGSB-31010, MGSB-31012, MGSB-31019, MGSB-31020, MGSB-31021, MGSB-31209, MGSB-31370₁₋₂, MGSB-31382, MGSB-40403, MGSB-40418, MGSB-40423₁₋₂, MGSB-40432₁₋₆, MGSB-40433₁₋₄, MGSB-40434, MGSB-40447, MGSB-47028, MGSB-47036, MGSB-48121, MGSB-48122, MGSB-48146, MGSB-48152, MNCNV-245a, MNCNV-

245b, MNCNV-245c, MNCNV-247, MNCNV-261, MNCNV-289, MNCNV-298, MNCNV-317, MNCNV-320, MNCNV-340, MNCNV-351, MNCNV-367, MNCNV-665, MNCNV-681, MNCNV-683, MNCNV-693, MNCNV-710, MNCNV-712, MNCNV-721, MNCNV-722, MNCNV-724, MNCNV-725, MNCNV-727, MNCNV-740, MNCNV-756, MNCNV-772, MNCNV-788, MNCNV-801, MNCNV-809, MNCNV-812, MNCNV-813, MNCNV-825, MNCNV-833, MNCNV-834, MNCNV-837, MNCNV-839, MNCNV-842, MNCNV-843a, MNCNV-843b, MNCNV-844, MNCNV-853, MNCNV-865, MNCNV-872, MNCNV-916, MNCNV-925, MNCNV-928, MNCNV-930, MNCNV-931, MNCNV-932a, MNCNV-932b, MNCNV-936, MNCNV-937a, MNCNV-937b, MNCNV-939, MNCNV-940, MNCNV-942, MNCNV-943, MNCNV-944, MNCNV-948, MNCNV-950, MNCNV-952, MNCNV-965, MNCNV-966, MNCNV-967, MNCNV-977, MNCNV-993, MNCNV-995, MNCNV-997, MNCNV-1008, MNCNV-1009, MNCNV-1010a, MNCNV-1010b, MNCNV-1012, MNCNV-3023, MNCNV-3025, MNCNV-3038, MNCNV-3043, MNCNV-3044, MNCNV-3049, MNCNV-3050, MNCNV-3051, MNCNV-3052, MNCNV-3053, MNCNV-3055, MNCNV-3059, MNCNV-3066, MNCNV-3066, MNCNV-3067, MNCNV-3068, MNCNV-3120, MNCNV-3123, MNCNV-3130, MNCNV-3131, MNCNV-3132, MNCNV-3147, MNCNV-3148, MNCNV-3507, MNCNV-3510, MNCNV-3511, MNCNV-3512, MNCNV-3514, MNCNV-3518, MNCNV-3520, MNCNV-3524, MNCNV-3531, MNCNV-3534, MNCNV-3541, MNCNV-3562, MNCNV-3588, MNCNV-3624, MNCNV-3655, MNCNV-4403, MNCNV-4404, MNCNV-4405, MNCNV-4406, MNCNV-4411, MNCNV-4412, MNCNV-4413, MNCNV-4415, MNCNV-4416, MNCNV-4417, MNCNV-4418, MNCNV-4419, MNCNV-4420, MNCNV-4422, MNCNV-4424, MNCNV-4266, MNCNV-4425, MNCNV-4431, MNCNV-4432, MNCNV-4433, MNCNV-4434, MNCNV-4436, MNCNV-4437, MNCNV-4438, MNCNV-4439, MNCNV-4442, MNCNV-4443, MNCNV-4444, MNCNV-4445, MNCNV-4446, MNCNV-4447, MNCNV-4832, MNCNV-4833, MNCNV-4834, MNCNV-4835, UCM-BED-003, UCM-BED-005, UCM-BED-006, UCM-BED-008, UCM-BED-009, UCM-BLL-008, UCM-CBEDERS-21, UCM-CBEDERS-29, UCM-CBEDERS-37, UCM-CCS-2, UCM-CCS-63, UCM-CCS-70, UCM-TV-018.

Diagnosis original (MASSALONGO & SCARABELLI, 1859)

F. foliis petiolatis, oblongo-ovatis obliquis, utrinque attenuatis, acuminatis penninerviis, margine undulatis mucronato-serratis, basi inæqualibus, costa valida, nervis secundariis sub angulo 45 gr. orientibus, alternis parallelis, rectis, rete venoso inconspicuo.

Descripción del material

Hojas con peciolo corto y robusto de 8-1,6 mm; limbo usualmente con forma elíptica, aunque existen ejemplares ovales y obovados (MGBV-9845); longitud del limbo: 10-3 cm; anchura máxima: 6-2 cm; distancia de la zona de máxima anchura del limbo a la base: 6,2-1,5 cm; ápice siempre agudo; base redondeada, obtusa o aguda; margen liso y por lo general, más o menos ondulado, a veces aserrado en su mitad superior; nerviación adaptada a las características del margen: si es liso curvipinnada simple (Fig. 33), si es aserrado rectipinnada y curvipinnada a la misma vez (mixta craspedódroma según HICKEY, 1973); entre (7)10-12 pares de nervios secundarios con curso derecho y ángulo de divergencia $\approx 45^\circ$; nerviación terciaria percurrente con curso recto y ahorquillado, formando ángulos rectos con los nervios secundarios; nerviación de menor orden reticulada ortogonalmente formando areolas poligonales; células epidérmicas que se desarrollan encima de los nervios medio y secundarios, rectangulares y cuadrangulares (Lám. XIII, fig. 1), con 5-4 μm de longitud y 5-4

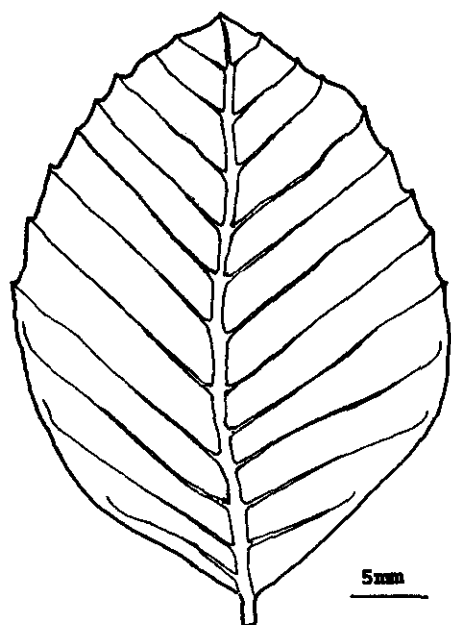


Fig. 32. *Fagus gussonii* MGBV-1041

μm de anchura; pared celular ocasionalmente engrosada en algunas zonas a lo largo de su longitud, alrededor de $1,28 \mu\text{m}$ de grosor; contornos de las células rectos, nunca sinuosos; orientación de las células longitudinal a la dirección del nervio que recubren; conexión lateral de las células siempre paralela a la zona de máxima longitud de éstas.

Observaciones

Los ejemplares estudiados coinciden con la descripción dada por RÉROLLE (1884-1885), para su variedad *ceretana* de *F. pliocenica*. Anteriormente, MASSALONGO & SCARABELLI (1859), describieron *F. gussonii* a partir de restos foliares colectados en el Messiniense de Senigalia (Italia). Este material es idéntico al descrito por RÉROLLE (1884-1885). Considerando el principio de prioridad, la variedad descrita por RÉROLLE debe ser considerada sinónima de *F. gussonii*. Del mismo modo lo deben ser: *F. ceretana* Sap., la variedad *ceretana* de *F. sylvatica* y *Fagus latissima* (SAPORTA, 1891; ZITTEL, 1891, ANDREÁNSZKY, 1959).

Las características morfológicas de *F. gussonii* son idénticas a las de la especie actual *F. orientalis*. Creemos del mismo modo que KNOBLOCH & VELITZELOS (1987) y BARRÓN & DIÉGUEZ (1994), que ambas especies se encuentran estrechamente relacionadas desde un punto de vista filogenético. La presencia en el Mioceno Superior de la Cerdaña de un haya cercanamente emparentada con *F. orientalis*, queda corroborado por la aparición de granos de polen de *Faguspollenites gemmatus*, que como hemos dicho anteriormente son relacionables con los de la especie actual.

Las dos especies de hayas que habitan hoy en día Europa: *F. orientalis* y *F. sylvatica* L., parecen encontrarse también estrechamente relacionadas filogenéticamente, ya que ambas presentan estomas ciclocíticos (BANDULSKA, 1924), y son capaces de hibridar dando origen a formas con hojas de características intermedias (*F. moesiaca* (K. May) Czech., *F. taurica* Polám.). Un dato a tener en cuenta es la existencia de restos foliares de *F. gussonii* sin diferencias morfológicas apreciables con las hojas de *F. sylvatica* (Lám. XII, fig. 3). Este polimorfismo no sólo ocurre en estado fósil, sino que es corriente en la actualidad en

ejemplares vivientes: existen especímenes de *F. sylvatica* con hojas indiferenciables de las de *F. orientalis* (LAURENT & MARTY, 1939), y viceversa. Indiquemos que *F. sylvatica* presenta hojas de menor superficie que *F. orientalis* debido a la adaptación de esta especie a vivir en zonas con condiciones climáticas más rigurosas.

Si, como expone MAI (1989), los datos palinológicos nos indican que *F. sylvatica* tiene un origen cuaternario postglacial, esta especie tuvo que evolucionar a

partir de un antecesor por aislamiento genético en algunas zonas del Sur de Europa. Como ya expresaron BARRÓN & DIÉGUEZ (1994), coincidiendo con KVACEK & WALTHER (1991) este antecesor bien pudo ser *F. gussonii*.

Estamos de acuerdo con ROIRON (1981), al considerar que *F. orientalis* y *F. sylvatica* han evolucionado a partir de un antepasado común. Sin embargo, nosotros creemos que este debió ser *F. gussonii*, y no *F. pliocenica* como explica el autor anteriormente citado.

Un dato que apoya esta teoría, es la existencia de hayedos circunmediterráneos de *F. sylvatica*, fenológica, genética y florísticamente diferentes a los del resto de Europa Occidental (GAUSSEN, 1978; THIEBAUT, 1982), donde las hayas presentan hojas más anchas, a veces con márgenes aserrados de la misma manera que *F. orientalis* y una foliación más tardía en las áreas de solana que en las de umbría, no comprobable, lógicamente, este

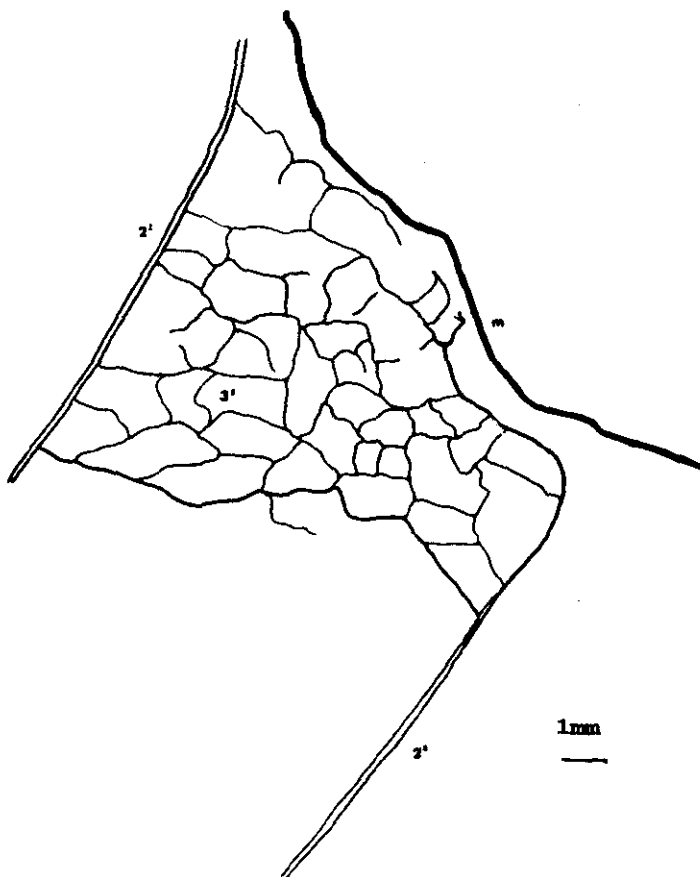


Fig. 33. Detalle de nerviación de *Fagus gussonii* MNCNV-320
m=margen; 2°=nervio secundario; 3°=nervio terciario

último punto en los ejemplares fósiles.

Distribución estratigráfica y geográfica

-Sarmatiense. Erdobénye y Balaton, Hungría (ANDREÁNSZKY, 1959).

-Vallesiense. Seo de Urgel, Lérida, España (SANZ DE SIRIA, 1980b); la Cerdaña, Lérida, España (BARRÓN & DIÉGUEZ, 1994).

-Messiniense. Senigalia, Italia (MASSALONGO & SCARABELLI, 1859).

-Pontiense. La Bourboule, Puy-de-Dôme, Francia (MARTY & GLANGEAUD, 1936); Aubrac, Coiron, Charay, Pourchères y Privas, Ardèche, Francia; Aubepin, Alto Loira, Francia; Joursac y Les Clausades, Cantal, Francia (MARTY, 1905; GRANGEON, 1957, 1958; DEPAPE & GRANGEON, 1958).

-Mioceno Superior. Bois de Sainte-Baume, Provenza, Francia (SAPORTA, 1888); Vegora y Likudi, Grecia (KNOBOCH & VELITZELOS, 1986, 1987) .

-Plaisanciense. Saint-Marcel y Théziers, Valle del Ródano, Francia (DEPAPE, 1922); Siurana, Gerona, España (SANZ DE SIRIA, 1982).

-Plioceno medio. Checoslovaquia (TUREK et al., 1989).

Además esta especie se encuentra citada en el Plioceno de Pichegu, Saint-Gilles, Gard, Francia (ROIRON, 1981).

***Fagus pristina* Saporta, 1867**

(Figs. 34 y 35; Lám. XII, figs. 4 y 5)

- * 1867 - *Fagus pristina*, SAPORTA, págs. 69-70, lám. VI, figs. 1-3.
- 1867 - *Fagus castaneaefolia?*, SAPORTA, págs. 70-71, lám. V, fig. 7.
- 1870-1872 - *Fagus pristina*, SCHIMPER, pág. 604, lám. LXXXVI, fig. 29.
- 1879 - *Fagus pristina*, SAPORTA, págs. 282, 362.
- 1884 - *Fagus pliocenica*, SAPORTA, págs. 88-97, lám. VI, figs. 1-6.
- 1885 - *Fagus pristina*, SAPORTA & MARION, pág. 200.
- 1887 - *Fagus pristina*, BOULAY, pág. 17.
- 1888 - *Fagus pristina*, SAPORTA, pág. 152.
- 1891 - *Fagus pristina*, SAPORTA, págs. 60-63, lám. XVI, figs. 1-5.
- 1891 - *Fagus pristina*, ZITTEL, pág. 415.
- 1905 - *Fagus pliocenica*, MARTY, págs. 8-9, lám. 11, 13.
- 1931 - *Fagus pristina*, MARTY, pág. 184, lám. IX, fig. 11.
- 1945 - *Fagus (Castanea?) cf. castaneaefolia*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 347, láms. V-VII.
- 1947 - *Fagus (Castanea?) castaneaefolia*, SOLÉ & LLOPIS, pág. 93, lám. XIV.
- 1951 - *Fagus (Castanea?) castaneaefolia*, BATALLER, pág. 140.
- 1955 - *Fagus pristina*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 75, lám. XXIV, figs. 3-4.
- 1955 - *Fagus (Castanea) castaneaefolia*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 74-75, lám. XXV, fig. 1.
- 1958 - *Fagus pristina*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 8.
- 1970 - *Fagus pristina*, FERNÁNDEZ MARRÓN, págs. 135-136, lám. I, fig. 4.
- 1975 - *Fagus pristina?*, GARCÍA et al., pág. 574.
- 1975 - *Fagus pristina*, VICENS, pág. 16.

- 1977 - *Fagus pristina*, SANZ DE SIRIA, pág. 26.
 1980a - *Fagus pristina*, SANZ DE SIRIA, pág. 47, lám. I, fig. 3.
 1980b - *Fagus pristina*, SANZ DE SIRIA, pág. 12, lám. I, fig. 17a.
 1981 - *Fagus pristina*, ÁLVAREZ RAMIS, págs. 557, 559.
 1981 - *Fagus pristina*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, págs. 34, 36.
 1987 - *Fagus pristina*, IBÁÑEZ, pág. 201.
 1988 - *Fagus pristina*, AGUSTÍ et al., pág. 189, ilustr. 170.
 1990 - *Fagus attenuata*, GIVULESCU, págs. 77-79, lám. 17, 6-7, lám. 22, fig. 3, 13, lám. 30, fig. 1, lám. 38, fig. 4, lám. 42, fig. 1, lám. 43, fig. 5-6.
 1991 - *Fagus pristina*, BARRÓN, págs. 95-107, lám. IV, figs. 1-5.
 1993 - *Fagus pristina*, KVAČEK et al., págs. 60-61, lám. 2, figs. 1-3.
 1994 - *Fagus pristina*, BARRÓN & DIÉGUEZ, págs. 23-25, fig. 2, 1-2, fig. 3, 1-3, fig. 4.

Material

Se han analizado 152 ejemplares foliares en forma de impresiones y compresiones sin trazas cuticulares. Éstos se encuentran en un estado de conservación muy diverso, existen algunos ejemplares muy deteriorados y otros en un estado óptimo de preservación. Esta especie se ha recogido en todos los afloramientos en donde se han colectado macrorrestos en la Cerdaña. El listado de ejemplares estudiados es el siguiente:

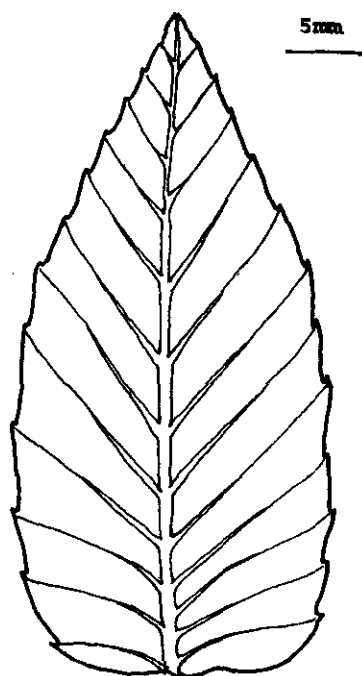
CMV-688, CMV-689, MGBG-A-48, MGBG-A-56, MGBG-A-57, MGBG-A-58, MGBG-A-59, MGBG-A-61, MGBG-A-62, MGBG-A-63, MGBG-A-64, MGBG-A-65, MGBG-A-67, MGBG-A-71, MGBG-A-215, MGBV-9478, MGBV-9479, MGBV-9454, MGBV-9683, MGBV-9685, MGBV-9693, MGBV-9694, MGBV-9702, MGBV-9707, MGBV-9709, MGBV-9712, MGBV-9714, MGBV-9718, MGBV-9724, MGBV-9726, MGBV-9786, MGBV-9773, MGBV-10104, MGM-443M 2, MGM-444M, MGM-446M, MGM-450M, MGM-451M, MGM-477M, MGM-482M, MGM-764M, MGM-1060M, MGSB-31013, MGSB-31014_{1,2}, MGSB-31017_{1,2}, MGSB-31018, MGSB-31203_{1,2}, MGSB-31209, MGSB-31214, MGSB-31219, MGSB-31220, MGSB-31221, MGSB-31223, MGSB-31309, MGSB-31319, MGSB-31324, MGSB-31326, MGSB-40416, MNCNV-261, MNCNV-316, MNCNV-367a, MNCNV-367b, MNCNV-387, MNCNV-451, MNCNV-452, MNCNV-453, MNCNV-456, MNCNV-541, MNCNV-710, MNCNV-723, MNCNV-726, MNCNV-745, MNCNV-766, MNCNV-767, MNCNV-769, MNCNV-770, MNCNV-771, MNCNV-781, MNCNV-782, MNCNV-783, MNCNV-784, MNCNV-785, MNCNV-786, MNCNV-789, MNCNV-790, MNCNV-791, MNCNV-792, MNCNV-797, MNCNV-803, MNCNV-804, MNCNV-806, MNCNV-807, MNCNV-808, MNCNV-810, MNCNV-823, MNCNV-824, MNCNV-826, MNCNV-827, MNCNV-831, MNCNV-832, MNCNV-853, MNCNV-854, MNCNV-856, MNCNV-872, MNCNV-874, MNCNV-884, MNCNV-909, MNCNV-916, MNCNV-925, MNCNV-977, MNCNV-2843, MNCNV-2844, MNCNV-3041, MNCNV-3045, MNCNV-3056, MNCNV-3061, MNCNV-3065, MNCNV-3141, MNCNV-3142, MNCNV-3143, MNCNV-3144, MNCNV-3145, MNCNV-3548, MNCNV-3552, MNCNV-3556, MNCNV-3648, MNCNV-3652, MNCNV-4407, MNCNV-4408, MNCNV-4414, MNCNV-4421, MNCNV-4423, MNCNV-4426, MNCNV-4427, MNCNV-4430, MNCNV-4435, MNCNV-4440, MNCNV-4441, MNCNV-4448, MNCNV-4816, UCM-BI-001, UCM-BI-002, UCM-CBEDERS-18, UCM-CBEDERS-24, UCM-CBEDERS-25, UCM-CBI-2, UCM-CBI-3, UCM-CBI-5, UCM-CSE-2.

Diagnosis original (SAPORTA, 1867)

F. foliis tenuiter membranaceis, brevissime sed distincte petiolatis, ovato-lanceolatis, parce simpliciterque serratis, basi rotundatis vel obtusissime attenuatis, apice breviter acuminatis; nervis secundariis utrinque 16-18, tenuibus, rectis, parallelis, alternis vel suboppositis, sub angulo 45 gr. emissis, in dentes marginales vix excisas pergentibus, venulis subtilibus transversis.

Descripción del material

Hojas cortamente pecioladas (pecíolo de aproximadamente 5 mm); limbo lanceolado o estrecho ovado (MNCNV-316); longitud del limbo: 8,7-3,5 cm; anchura máxima: 3-1,5 cm;



distancia de la zona de máxima anchura del limbo a la base: 3,7-0,9 cm; ápice agudo; base de aguda a redondeada; margen aserrado a veces algo sinuoso, con dientes pequeños de ángulo apical agudo; nerviación rectipinnada; 12-14 pares de nervios secundarios (aunque en algunas ocasiones presenten 18-20 pares), con curso derecho, a veces son recurvados en la zona basal, y ángulo de divergencia $\approx 45^\circ$; nervios terciarios percurrentes con curso derecho o ahorquillado, formando ángulos rectos con los nervios secundarios; nerviación de rango inferior reticulada ortogonalmente formando areolas poligonales bien desarrolladas.

Fig. 34. *Fagus pristina* MNCNV-316

Observaciones

SAPORTA describió por primera vez a la especie que nos ocupa en 1867, a partir de restos exclusivamente foliares procedentes del Mioceno Inferior de Bois d'Asson. Con posterioridad, este mismo autor describe en el Plioceno de Cantal restos foliares idénticos, como *F. pliocenica* (SAPORTA, 1873). Debido a la inexistencia de diferencias entre estas dos especies, y de acuerdo con el principio de prioridad del **Código Internacional de Nomenclatura Botánica**, *F. pliocenica* debe ser considerada sinónima de *F. pristina*.

En 1885, GOEPPERT describió la especie *F. attenuata* a partir de restos foliares procedentes de Silesia (Polonia). Tras revisar el material tipo de esta especie, WALTHER & ZASTAWNIAK (1991), invalidaron esta especie adscribiendo los ejemplares tipo a *Alnus julianiformis* (Sternb.) Kvaček & Holý. Estos autores en el material de Sośnica y Malczyce (Silesia), también encuentran especímenes asignables al género *Fagus* a partir de los cuales describen la especie *F. silesiaca*, en base tanto a morfología como a anatomía foliar.

Desde un punto de vista morfológico, *F. silesiaca* presenta características idénticas a *F. pristina*, lo cual según el principio de prioridad, invalidaría a *F. silesiaca*. Sin embargo,

no existe ningún estudio cuticular de *F. pristina* por lo cual no podemos, por el momento, invalidar esta especie. En tanto no se realice este estudio, consideramos apropiado usar la especie *F. pristina* para el material consistente en impresiones sin trazas de cutícula conservada, como expresan BARRÓN & DIÉGUEZ (1994).

Este mismo caso ocurre con las especies *F. saxonica* del Oligoceno superior de Alemania y con *F. menzelii* del Mioceno Medio de Alemania, descritas por KVAČEK & WALTHER (1991).

El primero en citar *F. pristina* en el Mioceno Superior de la Cerdaña fue MENÉNDEZ AMOR (1955). Anteriormente VILLALTA & CRUSAFONT (1945), señalaron un conjunto de ejemplares asignables a la especie que nos ocupa como *F. (Castanea?) cf. castaneaefolia*. Esta confusión en la determinación se debió seguramente a que SAPORTA (1967), describió erróneamente bajo el nombre de *F. castaneaefolia* Ung., un resto foliar de Bois d'Asson que, de acuerdo con el mismo autor (1891), debería ser atribuido a *F. pristina*.

Con respecto a la morfología foliar, *F. pristina* puede ser relacionada con la especie fósil del Mioceno de Clarkia (Norte de Idaho, USA): *Pseudofagus idahoensis* Smiley & Huggins, y con la especie actual *F. grandifolia* Ehr. (BARRÓN & DIÉGUEZ, 1994).

P. idahoensis presenta estomas actinocíticos rodeados por un anillo de células subsidiarias (SMILEY & HUGGINS, 1991), y *F. grandifolia* estomas anomocíticos, por lo que debe ser incluida en el segundo grupo de hayas propuesto por JONES (1986), y en el cuarto propuesto por KVAČEK & WALTHER (1991).

Descartamos la inclusión de nuestros ejemplares en el género *Pseudofagus* ya que éste

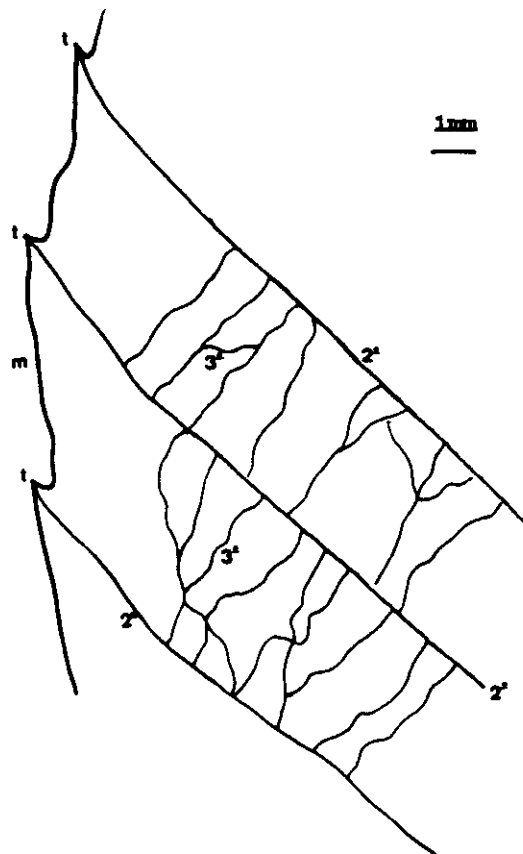


Fig. 35. Detalle de nerviación de *Fagus pristina* MNCNV-4426
m=margen, 2°=nervio secundario, 3°=nervio terciario

es endémico de Norteamérica. La inclusión de *F. pristina* en uno u otro grupo de hayas dependerá de la obtención de ejemplares con cutícula preservada. Hemos de destacar que las especies *F. silesiaca*, *F. saxonica* y *F. menzelii*, presentan características cuticulares que las relacionan con hayas asiáticas y no con *F. grandifolia* (KVAČEK & WALTHER, 1989, 1991).

Distribución estratigráfica y geográfica

-Oligo-Mioceno. Cuenca de Kizilcahaman, Turquía (Vicens, 1975).

-Mioceno Inferior. Miljevina, Bosnia, Yugoslavia (KVAČEK et al., 1993).

-Aquitaniense. Bois d'Asson, Francia (SAPORTA, 1967); Manosque, Francia (SAPORTA, 1891).

-Vallesiense. Seo de Urgel, Lérida, España (SANZ DE SIRIA, 1980b); la Cerdaña, Lérida, España (BARRÓN & DIÉGUEZ, 1994).

-Pannoniense. Chiuzbaia, Rumanía (GIVULESCU, 1990).

-Pontiense. Aubrac, Pourchères y Privas, Ardèche, Francia (BOULAY, 1887); Les Clausades, Cantal, Francia (MARTY, 1905).

-Mioceno Superior. Buñol y Olocau, Valencia, España (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1970; ÁLVAREZ RAMIS & DOUBINGUER, 1981).

-Plaisanciense. Cantal, Francia (SAPORTA, 1884).

***Fagus* sp.**

(Lám. XII, fig. 6)

1884-1885 - *Fagus pliocenica* SAP. var. *ceretana*, RÉROLLE, págs. 258-263, lám. V, fig. 7.

1948 - *Punica granatum* var. *planchoi*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 786.

1955 - *Punica granatum* L. var. *planchoi*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 138, lám. XLVI, fig. 4.

1994 - *Fagus* sp., BARRÓN & DIÉGUEZ, págs. 24, 28, fig. 6, 2.

Material

Se ha estudiado un única impresión de cúpula en mal estado de conservación procedente del afloramiento de Coll de Saig: MNCNV-140.

Descripción del material

Cúpulas pedunculadas con de 2 cm de longitud y 1,7-1,5 cm de anchura; pedúnculo

más corto que la longitud de la cúpula (6-5 mm); dos valvas visibles, redondeadas o apuntadas en su zona apical, que terminan de forma decurrente en el pedúnculo; ornamentación escasa, espinas pequeñas y dispersas.

Observaciones

El primero en señalar la existencia de cúpulas en el Mioceno de la Cerdaña fue RÉROLLE (1884-1885), quien las atribuyó a *F. pliocenica* var. *ceretana*. Este autor opina que esta variedad es la precursora de *F. sylvatica*, basándose en las características de las cúpulas por él colectadas.

Como explican BARRÓN & DIÉGUEZ (1994), las cúpulas encontradas en los sedimentos miocenos de la Cerdaña no se pueden asignar con seguridad a ninguna de las dos especies anteriormente descritas basandose en restos foliares, en primer lugar porque no se encuentran en conexión orgánica con ellas, y en segundo, porque al aparecer en forma de impresiones, no se pueden analizar con claridad sus valvas (sólamente se observan dos de las tres o cuatro que deberían poseer). Quizás por esta razón, MENÉNDEZ AMOR (1948, 1955), consideró a estas cúpulas botones florales de *Punica granatum* L. var. *planchoi* Sap.

Por otra parte, su ornamentación es escasa, y esto puede ser debido tanto a que los semaforontes a los que pertenecieron éstas presentaran cúpulas poco ornamentadas, como a una degradación tras la abscisión o durante los procesos de fosilización. No obstante, las cúpulas encontradas son comparables a las halladas en el Neógeno del Oeste de los Cárpatos por BIALOBRZESKA & TRUCHANOWICZÓWNA (1983). Estas autoras las atribuyen a *F. aff. grandifolia*, estando de acuerdo con lo enunciado por RÉROLLE (1884-1885). Según KVAČEK & WALTHER (1989), cúpulas de este tipo también se han hallado en terrenos oligocenos y neógenos de Europa Central, describiéndose como *F. deucalionis* Ung., en Bohemia y Estiria (UNGER, 1847), y como *F. decurrens* Reid & Reid, en Polonia (ŚRODON, 1985). En la descripción de *F. deucalionis*, UNGER (1847), engloba restos foliares de características intermedias entre *F. sylvatica* y *F. grandifolia*, y cúpulas y frutos, aunque éstos no se encuentran en conexión con este tipo de hojas. Teniendo en cuenta todo ésto, es posible que como *F. deucalionis* se hayan descrito restos foliares de distintas especies de hayas. *F. decurrens* se describió a partir de cúpulas y frutos que, posiblemente, se puedan relacionar tanto con las nuestras como con las del Neógeno del Oeste de los Cárpatos.

***Fagus* sp.**

(Lám. XII, fig. 7)

Material

Se ha estudiado un único ejemplar procedente del afloramiento de San Salvador: MNCNV-4428.

Descripción del material

Fruto de forma casi circular, algo piriforme; longitud: 0,9 cm; anchura: 0,8 cm; ángulo apical del fruto, donde debía encontrarse el estilo de la flor, de 120°; ángulo de la zona de inserción del fruto con la cúpula, de 180°; existencia de un pequeño pliegue en esta zona; presencia de dos grandes pliegues que se inician en la zona apical y recorren longitudinalmente el fruto.

Observaciones

El hayuco colectado en la Cerdaña aparece en forma de impresión, es decir, en dos dimensiones. Por lo que no podemos observar en él ningún carácter diferencial que nos permita atribuirle a una u otra especie.

Tras revisar el trabajo de BIALOBRZESKA & TRUCHANOWICZÓWNA (1983), quienes realizan un análisis biométrico de cúpulas y frutos actuales y fósiles del género *Fagus*, podemos relacionar con duda a nuestro hayuco con los frutos del Mioceno de Koniówka (Polonia), y con las especies actuales: *F. japonica*, *F. engleriana* Seem., *F. longipetiolata* Seem., *F. lucida* Ehr. y *F. grandifolia*. No obstante, creemos que ésto no debe tomarse al pie de la letra, ya que nuestro fruto se encuentra deformado, a causa de los procesos de fosilización, por lo que su anchura y ángulo apical son mayores. Además no podemos tener en cuenta para la comparación el radio del fruto, pues al ser una impresión, como ya hemos mencionado, presenta sólo dos dimensiones.

***Quercus drymeja* UNGER, 1847**

(Fig. 36; Lám. XIII, fig. 7; Lám. XIV, figs. 1 y 2)

- * 1847 - *Quercus drymeja*, UNGER, pág. 113, lám. XXXII, figs. 1-4.
- 1850 - *Quercus drymeja*, UNGER, pág. 400.
- 1851 - *Quercus ungeri*, WEBER, pág. 132, lám. XXI, fig. 11.
- 1855 - *Quercus ungeri*, WESSEL & WEBER, pág. 170, lám. XIX, fig. 3.

- 1859 - *Quercus drymeja*, GAUDIN & STROZZI, pág. 45, lám. IV, figs. 3, 6-7, lám. V, figs. 1-4, 6-9.
 1859 - *Quercus drymeja* UNGER var. *ungeri*, GAUDIN & STROZZI, pág. 45, lám. IV, fig. 1.
 1859 - *Quercus laharpii*, GAUDIN & STROZZI, pág. 44, lám. III, figs. 5-10.
 1859 - *Quercus drymeja*, MASSALONGO & SCARABELLI, págs. 186-187, lám., XXIV, fig. 7, lám. XLII, fig. 10.
 1867 - *Quercus drymeja*, STUR, pág. 154.
 1870-1872 - *Quercus drymeja*, SCHIMPER, págs. 638-639.
 1884-1885 - *Quercus praeilex*, RÉROLLE, págs. 265-267, lám. IX, fig. 1.
 1887 - *Quercus drymeja*, BOULAY, págs. 17-18.
 1888 - *Quercus drymeja*, SAPORTA, pág. 166.
 1889 - *Quercus drymeja*, ETTINGSHAUSEN, pág. 92.
 1891 - *Quercus drymeja*, ZITTEL, págs. 427-428, fig. 269.
 1892 - *Quercus drymeja*, ETTINGSHAUSEN, pág. 92.
 1894 - *Quercus drymeja*, ALMERA, pág. 328.
 1903 - *Quercus drymeja*, MARTY, págs. 37-38, lám. VI, figs. 9-10.
 1922 - *Quercus drymeja*, DEPAPE, págs. 145-147, fig-text. 17, lám. VI, figs. 10-13.
 1945 - *Quercus drymeja*, VILLALTA & CRUSAFONT, págs. 344, 348, láms. III, VIII.
 1945 - *Quercus praeilex*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 344.
 1945 - *Salix tenera*, VILLALTA & CRUSAFONT, págs. 344, 348, lám. VIII.
 1947 - *Quercus drymeja*, SOLÉ & LLOPIS, pág. 94, lám. XIII.
 1947 - *Salix tenera*, SOLÉ & LLOPIS, pág. 94, lám. XV.
 1950 - *Quercus drymeja*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 161.
 1950 - *Quercus praeilex*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 161.
 1951 - *Quercus drymeja*, BATALLER, págs. 136, 140, 144.
 1951 - *Quercus praeilex*, BATALLER, pág. 140.
 1952 - *Quercus drymeja*, GRANGEON, pág. 53.
 1953 - *Quercus drymeja*, GRANGEON, págs. 306-307, text-lám. II, figs. 5-8.
 1955 - *Andromeda protogaea*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 165, lám. XXXVII, fig. 3.
 1955 - *Dryandroides aff. banksiaefolia*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 105-106, lám. XXXIII, fig. 3.
 1955 - *Ficus lanceolata*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 103-104, lám. XXXII, fig. 2.
 1955 - *Mahonia malheurensis*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 119-120, lám. XXIX, fig. 1.
 1955 - *Quercus drymeja*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 78-79, lám. XXVIII, fig. 4.
 1955 - *Quercus praeilex*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 84-85, lám. XXVIII, fig. 3.
 1955 - *Salix tenera*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 96, lám. XXIX, fig. 1.
 1955 - *Sapindus dubius*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 146-147, lám. XLIII, fig. 2.
 1956 - *Quercus drymeja*, ARÈNES & DEPAPE, pág. 17.
 1957 - *Quercus drymeja*, GRANGEON, págs. 187-189, fig. 2, n° 12.
 1958 - *Quercus drymeja*, GRANGEON, págs. 92-93, 96, pl-text. XI, figs. 19, 21, lám. III, fig. 8.
 1958 - *Quercus drymeja*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 137.
 1977 - *Quercus drymeja*, SANZ DE SIRIA, pág. 26.
 1979 - cf. *Quercus drymeja*, MÁDLER & STEFFENS, pág. 13, lám. 4, fig. 6.
 1980b - *Quercus drymeja*, SANZ DE SIRIA, págs. 12-13.
 1981 - *Quercus drymeja*, ÁLVAREZ RAMIS, págs. 557, 559.
 1981 - *Quercus drymeja*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, págs. 34, 36.
 1982 - *Quercus drymeja*, SANZ DE SIRIA, págs. 6-7.
 1986 - *Quercus cf. drymeja*, KNOBLOCH & VELITZELOS, pág. 10, lám. 3, figs. 2-4, 7-8, lám. 4, figs. 3, 6, lám. 5, figs. 2, 7-8.
 1987 - *Quercus drymeja*, IBÁÑEZ, pág. 201.
 1987 - *Quercus cf. drymeja*, KNOBLOCH & VELITZELOS, págs. 161-163.
 1988 - *Quercus drymeja*, GÓMEZ-ALBA, lám. 15, fig. 13; lám. 16, fig. 1.
 1990 - *Quercus drymeja*, BARRÓN, pág. 8.
 1991 - *Quercus drymeja*, BARRÓN, págs. 128-149, lám. IV, figs. 6-8, lám. V, figs. 1-5.
 1991 - *Quercus hispanica*, BARRÓN, pág. 166, lám. VII, fig. 1.

Material

Se han estudiado 365 ejemplares procedentes de los afloramientos de Beders, barranco de Salanca, torrente de Vilella, Coll de Saig y camino de Balltarga a Bor. Éstos aparecen en forma de impresión y compresión con y sin restos cuticulares, encontrándose en un estado de conservación diverso (existen algunos perfectamente preservados y otros muy deteriorados). Los especímenes analizados son los siguientes:

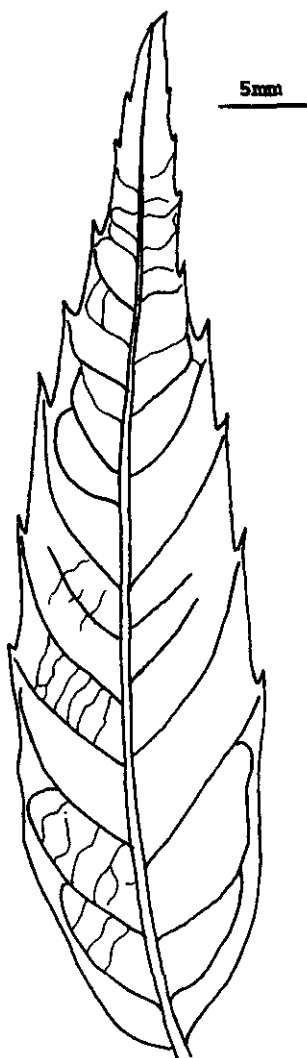


Fig. 36. *Quercus drymeja* MNCNV-4294

CA-8955, CA-8956-1, CA-8956-2, CA-8956-3, CA-8956-4, CA-8956-5, CA-8956-6, CA-8956-7, CA-8956-8, CMV-s/n, MGB-29295, MGB-29309, MGB-s/n, MGB-s/n6, MGBG-A-10, MGBG-A-12, MGBG-A-22, MGBG-A-32, MGBG-A-34, MGBG-A-52, MGBG-A-81, MGBG-A-83, MGBG-A-90, MGBG-A-93, MGBG-A-96, MGBG-A-105, MGBG-A-108, MGBG-A-112, MGBG-A-114, MGBG-A-130, MGBG-A-141, MGBG-A-142, MGBG-A-143, MGBG-A-144, MGBG-A-145, MGBG-A-151, MGBG-A-153, MGBG-A-161, MGBG-A-166, MGBG-A-167, MGBG-A-169, MGBG-A-170, MGBG-A-171, MGBG-A-174, MGBG-A-175, MGBG-A-178, MGBG-A-197, MGBG-A-198, MGBG-A-199, MGBG-A-203, MGBG-A-205, MGBG-A-213, MGBG-A-219, MGBG-A-222, MGBG-A-227, MGBG-A-228, MGBG-A-234, MGBG-A-236, MGBG-A-237, MGBG-A-240, MGBG-A-242, MGBV-9461, MGBV-9484, MGBV-9520, MGBV-9521, MGBV-9522, MGBV-9697, MGBV-9715, MGBV-9716, MGBV-9754, MGBV-9756, MGBV-9763, MGBV-9844, MGBV-9846, MGBV-9851, MGBV-9860, MGBV-9864, MGBV-9866, MGBV-9867, MGBV-9871, MGBV-9875, MGBV-9881, MGBV-9888, MGBV-9891, MGBV-9900, MGBV-9905, MGBV-10047, MGBV-10049, MGBV-10069, MGBV-10073, MGBV-10085, MGBV-10087, MGBV-10088, MGBV-10096, MGBV-10097, MGBV-10106, MGBV-10107, MGBV-10108, MGBV-10159, MGBV-10164, MGBV-10172, MGBV-10178, MGBV-10466, MGBV-10467, MGBV-10469, MGBV-10473, MGBV-10476, MGBV-10477, MGBV-10478, MGBV-10497, MGBV-10562, MGBV-10575, MGBV-11708, MGM-48M, MGM-440M, MGM-443M, MGM-449M, MGM-452M, MGM-478M, MGM-487M, MGM-489M, MGM-973M, MGM-1064M, MGM-1095M, MGSB-21767, MGSB-21774, MGSB-31199, MGSB-31200₁₋₆, MGSB-31207, MGSB-31308, MGSB-31317, MGSB-31325, MGSB-31350, MGSB-31371, MGSB-31383, MGSB-36191, MGSB-36202, MGSB-40320₁₋₂, MGSB-40402₁₋₂, MGSB-40403₁₋₂, MGSB-40404₁₋₂, MGSB-40408, MGSB-40417₁₋₃, MGSB-40421, MGSB-40425₁₋₂, MGSB-40427, MGSB-40431, MGSB-40436₁₋₅, MGSB-40442₁₋₁₀, MGSB-40443, MGSB-40446, MGSB-40453, MGSB-44388₁₋₃, MGSB-44389₁₋₂, MGSB-45478, MGSB-47030, MGSB-48118, MGSB-48125₁₋₂, MGSB-48148, MGSB-48157, MGSB-48159₁₋₂, MGSB-48160, MGSB-48165, MGSB-48183, MGSB-48459₁₋₄, MNCNV-147, MNCNV-267, MNCNV-294, MNCNV-297, MNCNV-308, MNCNV-322, MNCNV-336, MNCNV-341, MNCNV-356, MNCNV-357, MNCNV-382, MNCNV-383, MNCNV-386, MNCNV-434, MNCNV-440, MNCNV-441, MNCNV-442, MNCNV-443, MNCNV-455, MNCNV-457, MNCNV-458, MNCNV-472, MNCNV-514, MNCNV-523, MNCNV-528, MNCNV-529, MNCNV-530, MNCNV-535, MNCNV-538, MNCNV-539, MNCNV-658, MNCNV-673, MNCNV-675, MNCNV-676, MNCNV-692, MNCNV-694, MNCNV-699, MNCNV-707, MNCNV-720, MNCNV-738, MNCNV-757, MNCNV-847, MNCNV-849, MNCNV-862, MNCNV-847, MNCNV-892, MNCNV-910, MNCNV-938, MNCNV-949, MNCNV-951, MNCNV-962, MNCNV-988, MNCNV-1003, MNCNV-3022, MNCNV-3031, MNCNV-3032, MNCNV-3034, MNCNV-3036, MNCNV-3037, MNCNV-3047, MNCNV-3054, MNCNV-3057, MNCNV-3058, MNCNV-3060, MNCNV-3065, MNCNV-3069, MNCNV-3075, MNCNV-3080, MNCNV-3081, MNCNV-3116, MNCNV-3124, MNCNV-3125, MNCNV-3126, MNCNV-3127, MNCNV-3128, MNCNV-3129, MNCNV-3139, MNCNV-3144, MNCNV-3502, MNCNV-3505, MNCNV-3509, MNCNV-3519, MNCNV-3521, MNCNV-3522, MNCNV-3536, MNCNV-3537, MNCNV-3540, MNCNV-3578, MNCNV-3607, MNCNV-3642, MNCNV-3647, MNCNV-3657, MNCNV-3665, MNCNV-3666, MNCNV-3668, MNCNV-3678, MNCNV-3681, MNCNV-4256, MNCNV-4256, MNCNV-4260, MNCNV-4261, MNCNV-4262, MNCNV-4264, MNCNV-4265, MNCNV-4268, MNCNV-4269, MNCNV-4270, MNCNV-4279, MNCNV-4280, MNCNV-4282, MNCNV-4289, MNCNV-4290, MNCNV-4293, MNCNV-4294, MNCNV-4297, MNCNV-4300, MNCNV-4302, MNCNV-4305, MNCNV-4308, MNCNV-4313, MNCNV-4315, MNCNV-4316, MNCNV-4318, MNCNV-4319, MNCNV-4320, MNCNV-4321, MNCNV-4329, MNCNV-4330, MNCNV-4333, MNCNV-4334, MNCNV-4335, MNCNV-4336, MNCNV-4337, MNCNV-4338, MNCNV-4339, MNCNV-4340, MNCNV-4840, MNCNV-4878, UABT-Z6a, UABT-Z6b, UABT-1, UCM-CBEDERS-14, UCM-CBEDERS-19, UCM-CBEDERS-20, UCM-CBEDERS-26, UCM-CBEDERS-32, UCM-CBLL-8, UCM-CBLL-9, UCM-CCS-26, UCM-CCS-39, UCM-CCS-45, UCM-CCS-49, UCM-CCS-58, UCM-CCS-59, UCM-CCS-61, UCM-CCS-64, UCM-CCS-68, UCM-CCS-75, UCM-CCS-79, UCM-CCS-83, UCM-CCS-85, UCM-

Diagnosis original (UNGER, 1847)

Q. foliis longe petiolatis oblongo-lanceolatis utrinque attenuatis cuspidato-dentatis glabris penninervis.

Descripción del material

Quercus drymeja aparece normalmente como restos foliares aislados, aunque en el afloramiento de Coll de Saig, ocasionalmente aparecen fragmentos apicales de ramas con unas 5-4 hojas insertadas en ellas (Lám. XIV, fig. 1).

Esta especie presenta hojas coriáceas lauriformes largamente pecioladas; peciolo recto y largo de hasta 2 cm; limbos polimórficos, predominando los lanceolados, sin embargo, también se han hallado formas elíptico estrechas, ovadas y más raramente, oblanceoladas; longitud del limbo: 10-4 cm; anchura máxima del limbo: 3,5-1 cm; distancia de la zona de máxima anchura del limbo a la base: 3,1-0,6 cm; ápice siempre agudo, pudiendo encontrarse acuminado; base de aguda a cordada; margen generalmente aserrado en su tercio superior (aunque aparecen ejemplares con un mayor grado de serración, siendo la base por lo general lisa), con sólo 1 ó 2 dientes en posición apical o, en algunas ocasiones, liso; dientes del margen con ángulo apical agudo encontrándose siempre algo distanciados los unos de los otros, esta distancia siempre se reduce hacia el ápice; nerviación rectipinnada en la zona apical y curvipinnada en la basal (mixta craspedódroma según HICKEY, 1973), aunque a causa de la morfología del margen aparecen ejemplares rectipinnados simples (si el limbo se encuentra dentado en todo su perímetro) y curvipinnados simples (si el limbo presenta el margen liso); nervio central robusto y derecho; (7)10-15 pares de nervios secundarios con curso derecho y/o uniformemente curvado (si terminan en los dientes del margen), y/o abruptamente curvado (si el nervio se une con el inmediatamente superior en camptodromía); ángulo de divergencia usualmente de $\approx 45^\circ$, aunque aparecen ejemplares con ángulos de divergencia agudos $>45^\circ$ y rectos (esto último acaece en ejemplares con limbos muy anchos); generalmente variación del ángulo de divergencia hacia el ápice, donde se hace más estrecho, y hacia la base, donde éste se agranda, no obstante se han colectado ejemplares con esta característica al revés; nervios intersecundarios en los ejemplares con el margen liso o casi liso; nerviación terciaria percurrente con curso ahorquillado o recto, que forma ángulos rectos

con los nervios secundarios, siendo oblicua frente al nervio medio; nerviación de rango inferior a la terciaria reticulada ortogonalmente formando areolas poligonales bien desarrolladas.

Hojas glabras, subestomáticas; estomas anomocíticos (Lám. XIII, fig. 7), rodeados por células de morfologías muy diferentes, distribuidos al azar, de aproximadamente 32-28x24-20 μm . Células epidérmicas algo más grandes que las del haz; forma de las células cuadrangular, rectangular, trapezoidal o poligonal; predominan las células cuadrangulares; ángulos que forman las células al conectar las unas con las otras, en muchas ocasiones redondeados; pared celular de alrededor de 1 μm de espesor; presencia de punteaduras con aproximadamente 0,5 μm de luz; no se observan diferencias entre las paredes anticlinales y las periclinales de las células epidérmicas; diferenciación de células epidérmicas que recubren los nervios por la adquisición de una forma rectangular muy patente; pared celular de estas últimas células más engrosada que la del resto de las células epidérmicas del envés, con unas 2 μm de espesor; en la porción de epidermis del envés que recubrió los nervios foliares no se desarrollaron estomas.

Células epidérmicas del haz de aproximadamente 30x40-150 μm ; disposición y forma idéntica a las del envés; pared celular de unas 2 μm ; contorno celular recto o con una única ondulación; presencia de punteaduras con abertura próxima a 0,60 μm ; células epidérmicas del haz que sobremontan los nervios secundarios, en algunas ocasiones, más alargadas que el resto de células, sin embargo lo normal es que sigan manteniendo la forma anteriormente descrita y se dispongan en filas; pared de las células del margen foliar muy gruesa ($\approx 4 \mu\text{m}$), todas cuadrangulares o rectangulares; las células epidérmicas del haz no se encuentran a nivel de los nervios tan diferenciadas como las del envés lo que ratifica que *Quercus drymeja* presentaba las hojas coriáceas.

Observaciones

Q. drymeja es una especie que se conoce únicamente en estado fósil a partir de restos foliares, aunque GRANGEON (1958), atribuye a esta especie una cúpula que no se encuentra en conexión orgánica con las hojas por él estudiadas, y que compara con la especie actual *Q. serrata* Thunb. En los afloramientos ceretanos por el momento no se ha hallado ninguna cúpula asignable al género *Quercus* que pueda ratificar las observaciones de GRANGEON (1958).

Los primeros en citar la especie en estudio en el Mioceno Superior de la Cerdaña fueron VILLALTA & CRUSAFONT (1945), sin embargo no tuvieron en cuenta su marcado polimorfismo foliar citando erróneamente a la especie *Salix tenera* Al. Br., a partir de ejemplares con márgenes lisos.

Con anterioridad, RÉROLLE (1884-1885), había citado la especie *Q. praeilex* Sap., a partir de especímenes ancho ovados asignables tanto a *Q. mediterranea* Ung., como a la especie que estamos estudiando.

También erróneas son las citas de MENÉNDEZ AMOR (1955), de *Andromeda protogaea* Ung., *Dryandroides* aff. *banksiaefolia* Heer, *Ficus lanceolata* Heer, *Mahonia malheurensis* Arnold y *Sapindus dubius* Ung., ya que fueron hechas a partir de ejemplares ceretanos atribuibles a *Q. drymeja*.

Especies sinónimas de *Q. drymeja* son *Q. ungeri* (WEBER, 1851; WESSEL & WEBER, 1855), especie invalidada y considerada como la variedad *ungeri* de *Q. drymeja* por GAUDIN & STROZZI (1959); y *Q. laharpui* Gaud., también invalidada y constituida en variedad de *Q. drymeja* por BOULAY (1887). Este último autor enuncia otra variedad de *Q. drymeja*, la var. *integribasis*. Nosotros pensamos que las variedades de *Q. drymeja* no tienen valor taxonómico ya que se basan únicamente en valores morfológicos debidos a un alto grado de polimorfismo foliar.

Una especie fósil que quizás pueda relacionarse con la especie que nos ocupa es *Q. consimilis* Newb., del Mioceno de Bridge Creek (Oregón, USA), descrita a partir de restos foliares y frutos (NEWBERRY, 1898). Desgraciadamente, no existen estudios cuticulares de la especie americana y no hemos encontrado frutos en la Cerdaña que puedan por el momento asegurar la existencia de una verdadera relación filogenética entre estas dos especies. La cita de *Q. drymeja* en el Mioceno de Castello's Ranch (Colorado, USA) realizada por LESQUEREUX (1878), pudiera realmente referirse a *Q. consimilis*.

Debemos señalar que *Q. drymeja* fue citado de forma errónea por HEER (1861, 1868, 1878), en el Paleógeno del Ártico a partir de restos foliares que no se pueden relacionar con la especie miocena (GRANGEON, 1958). También hay que destacar que las citas de *Q. drymeja* en yacimientos europeos del Oligoceno superior y Mioceno Inferior y Medio realizadas por UNGER (1850), DEPAPE & FALLOT (1928) y ARENES & DEPAPE (1956), las cuales no se pueden considerar seguras al no venir acompañadas por figuras.

Q. drymeja fue relacionado por UNGER (1850), con *Q. xalapensis* Humb. & Bond.,

encina que vive actualmente en Sierra Madre (México); con *Q. lancifolia* Schlecht. y *Q. sartorii* Liemb., también de México, por ARENES & DEPAPE (1956); y con *Q. serrata* Thumb. y *Q. sinensis* Burge, de China y Japón, por DEPAPE & FALLOT (1928), ARENES & DEPAPE (1956) y GRANGEON (1952, 1958).

Nosotros después de revisar la bibliografía de CAMUS (1936-1954) y de analizar pliegos de las colecciones del *Jardin des Plantes* de París y del *Royal Botanical Gardens of Kew*, por sus características morfológicas creemos que *Q. drymeja* se encuentra relacionado con las encinas del Extremo Oriente incluidas en el subgénero *Cyclobalanus*, en especial con *Q. salicina* Bl., del Japón; *Q. bambusaefolia* Hance y *Q. myrsinaefolia* Bl., de China; y *Q. chapensis* Hickel et Camus, de Indochina.

Hemos conseguido realizar preparaciones de epidermis foliar de un ejemplar de *Q. myrsinaefolia* que crece en los jardines de Kew (Lám. XIII, fig. 6), y la hemos comparado con la obtenida de *Q. drymeja*.

Las dos epidermis presentan ausencia de tricomas en haz y envés, siendo la disposición celular idéntica en las dos especies. Sin embargo *Q. drymeja* posee punteaduras a diferencia de *Q. myrsinaefolia*, que tiene las células epidérmicas del haz siempre poligonales y sin ondulaciones.

Además, *Q. myrsinaefolia* presenta estomas redondeados, seguramente es debido a que en la hoja fósil se encuentran obliterados a causa de la fosilización. Observamos también que las células de la especie actual son más pequeñas no sólo en tamaño sino también en grosor de la pared, que las de la especie fósil. Ésto puede ser debido a varias razones:

- 1- a los procesos de fosilización sufridos por las hojas.
- 2- a un distinto estado de madurez de la hoja. Ésto mismo debemos expresar al considerar la mayor cantidad de estomas por área que presentan las hojas estudiadas de *Q. myrsinaefolia* (80 estomas por mm²).

Concluyendo, si la estructura general de la epidermis fuera suficiente para establecer una relación filogenética, creemos que *Q. drymeja* debería incluirse dentro del subgénero *Cyclobalanus* del género *Quercus*. Sin embargo, pensamos que sería importante realizar estudios cuticulares del resto de las especies mencionadas y hallar cúpulas en estado fósil en conexión orgánica con restos foliares para poder relacionar filogenéticamente a esta especie de una forma más verosímil.

Posiblemente *Q. drymeja* descendiera de quercíneas tropicales o subtropicales que

durante el Paleógeno habitaron en la región Tetiana, y que evolucionaron posteriormente, adaptándose al cambio climático del Neógeno.

Hemos de destacar que en este trabajo se describe por primera vez la epidermis de *Q. drymeja*.

Distribución estratigráfica y geográfica

-Tortonense. Erdöbeny, Zemplén, Hungría (STUR, 1867); Parschlug, Estiria, Austria (UNGER, 1847).

-Aragoniense. Sahinali, Aydin, Turquía (MÄDLER & STEFFENS, 1979).

-Sarmatiense. Val d'Arno, Italia (GAUDIN & STROZZI, 1859).

-Vallesiense. Seo de Urgel, Lérida, España (SANZ DE SIRIA, 1980b); la Cerdaña, Lérida, España (VILLATA & CRUSAFONT, 1945).

-Pontiense. Aubépin, Alto Loira, Francia (GRANGEON, 1952); Gourgouras, Privas y Rochessauve, Francia (BOULAY, 1887, GRANGEON, 1953); Senigalia, Italia (MASSALONGO & SCARABELLI, 1859).

-Mioceno Superior. Pavia, Italia (UNGER, 1850); Attsattel, Austria (HEER, 1861); Likudi, Grecia (KNOBLOCH & VELITZELOS, 1987); Baja Renania, Alemania (WEBER, 1851); Weis, Austria (ETTINGSHAUSEN, 1892).

-Plaisanciense. Saint-Marcel y Théziers, Valle del Ródano, Francia (DEPAPE, 1922); Siurana, Gerona, España (SANZ DE SIRIA, 1982); Torrente de Espluges de Llobregat, Barcelona, España (ALMERA, 1894).

***Quercus hispanica* Rérolle, 1884-1885**

(Fig. 37; Lám. XIV, figs. 3 y 4)

- * 1884-1885 - *Quercus hispanica*, RÉROLLE, págs. 268-274, lám. VI, figs. 1-11.
- 1888 - *Quercus hispanica*, SAPORTA, pág. 177.
- 1892 - *Quercus etymodris*, BOULAY, pág. 65, lám. V, fig. 8.
- 1892 - *Quercus hispanica*, BOULAY, pág. 68.
- 1892 - *Quercus scilliana*, BOULAY, pág. 68, lám. III, fig. 4.
- 1922 - "Serie del *Quercus hispanica*", DEPAPE, págs. 152-155, fig. 19 1, fig. 20, lám. VII, figs. 5-10.
- 1931 - *Quercus hispanica*, MARTY, pág. 184, lám. VIII, figs. 3-4.
- 1936 - *Quercus hispanica*, MARTY & GLANGEAUD, págs. 21-22, lám. A, figs. 11-12, lám. B, fig. 1.
- 1945 - *Quercus hispanica*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 44, lám. I.
- 1947 - *Quercus hispanica*, SOLÉ & I.LOPIS, pág. 93, lám. XIV.
- 1950 - *Quercus hispanica*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 161.
- 1951 - *Quercus hispanica*, BATALLER, pág. 140.
- 1952b - *Quercus hispanica*, TEIXEIRA, pág. 57; lám. VIII, figs. 1-1a; lám. XIV, figs. 1-1a.
- 1953 - *Quercus hispanica*, GRANGEON, pág. 307, lám. II, figs. 10-11.
- 1955 - *Myrica vindobonensis*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 88, lám. XX, fig. 2.

- 1955 - *Quercus hispanica*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 80-82, lám. XXVI, figs. 1-4.
 1957 - *Quercus hispanica*, GRANGEON, pág. 187.
 1958 - *Quercus hispanica*, DEPAPE & GRANGEON, págs 154, 158, 164.
 1958 - "Serie del *Quercus hispanica*", GRANGEON, págs. 75, 78-79, 82-83, 86, pl-text. VII, figs. 1-2, pl-text. X, 2-7,
 1958 - *Quercus hispanica*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 137.
 1977 - *Quercus hispanica*, SANZ DE SIRIA, pág. 26.
 1980b - *Quercus hispanica*, SANZ DE SIRIA, pág. 13, lám. I, fig. 19a.
 1981 - *Quercus hispanica*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
 1981 - *Quercus hispanica*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, págs. 34, 36.
 1981 - *Quercus hispanica* aff. *Q. faginea*, ROIRON, págs. 29, 31, 33, 35, lám. I, fig. 15.
 1981 - *Quercus hispanica* aff. *Q. sessiliflora*, ROIRON, págs. 29, 31, 33, 35, lám. I, fig. 16.
 1987 - *Quercus hispanica*, IBÁÑEZ, págs. 198, 200.
 1988 - *Quercus hispanica*, AGUSTÍ et al., pág. 189, ilustr. 170.
 1988 - *Quercus hispanica*, GÓMEZ-ALBA, págs. 30, lám. 16, figs. 3-4.
 1991 - *Quercus hispanica*, BARRÓN, págs. 150-167, lám. VI, figs. 1-5.

Material

Se han estudiado 309 ejemplares foliares en forma de impresiones y compresiones sin la cutícula preservada, siendo el estado de conservación de los especímenes muy diverso, como en el caso de *Q. drymeja*. La especie que nos ocupa se ha colectado en todos los afloramientos con macroflora de la zona de estudio. Los ejemplares analizados son los siguientes:

CA-8957-1, CA-8957-2, CA-8957-3, CA-8957-4, CA-8957-5, CA-8957-6, CA-8957-7, CA-8957-8, MGB-28730, MGB-29357, MGB-29545, MGB-s/n1, MGB-s/n2, MGB-s/n3, MGB-s/n4, MGB-s/n5, MGBG-A-6, MGBG-A-7, MGBG-A-18, MGBG-A-19, MGBG-A-20, MGBG-A-21, MGBG-A-24, MGBG-A-50, MGBG-A-53, MGBG-A-54, MGBG-A-72, MGBG-A-80, MGBG-A-91, MGBG-A-98, MGBG-A-100, MGBG-A-121, MGBG-A-124, MGBG-A-138, MGBG-A-162, MGBG-A-182, MGBG-A-228, MGBG-A-229, MGBG-A-231, MGBV-9475, MGBV-9511, MGBV-9516, MGBV-9518, MGBV-9708, MGBV-9731, MGBV-9732, MGBV-9742, MGBV-9766, MGBV-9768, MGBV-9848, MGBV-9879a, MGBV-9879b, MGBV-9907, MGBV-10030, MGBV-10033, MGBV-10034, MGBV-10039, MGBV-10043, MGBV-10051, MGBV-10132, MGBV-10148, MGBV-10152, MGBV-10464, MGBV-10470, MGBV-10471, MGBV-10472, MGBV-10474, MGBV-10475, MGBV-10485, MGBV-10517, MGBV-10523, MGBV-10565, MGM-349M, MGM-390M, MGM-439M, MGM-441M, MGM-442M, MGM-971M 1, MGM-1046M, MGM-1062M, MGM-1063M, MGM-1096M, MGSB-21772₁₋₃, MGSB-31015, MGSB-31201, MGSB-31202₁₋₂, MGSB-31313, MGSB-31322, MGSB-31375, MGSB-31384₁₋₂, MGSB-36191, MGSB-40314, MGSB-40316₁₋₃, MGSB-40404, MGSB-40411₁₋₃, MGSB-40424₁₋₃, MGSB-40426₁₋₂, MGSB-40443₁₋₇, MGSB-40446, MGSB-44390₁₋₂, MGSB-45467, MGSB-45468, MGSB-45469, MGSB-47031, MGSB-47034, MGSB-47038, MGSB-48134, MGSB-48155, MGSB-48161₁₋₂, MGSB-48164, MGSB-48170, MGSB-48461₁₋₂, MNCNV-276, MNCNV-327, MNCNV-376, MNCNV-378, MNCNV-379, MNCNV-381, MNCNV-384, MNCNV-385, MNCNV-442, MNCNV-444, MNCNV-445, MNCNV-446, MNCNV-447, MNCNV-448, MNCNV-449, MNCNV-450, MNCNV-451b, MNCNV-470, MNCNV-524, MNCNV-525, MNCNV-526, MNCNV-527, MNCNV-529, MNCNV-531, MNCNV-532, MNCNV-533, MNCNV-534, MNCNV-535, MNCNV-536, MNCNV-537, MNCNV-540, MNCNV-541, MNCNV-542, MNCNV-663, MNCNV-666, MNCNV-668, MNCNV-671, MNCNV-672, MNCNV-678, MNCNV-683, MNCNV-728, MNCNV-774, MNCNV-847, MNCNV-946, MNCNV-2544a, MNCNV-3017, MNCNV-3018, MNCNV-3019, MNCNV-3020, MNCNV-3021, MNCNV-3024, MNCNV-3026, MNCNV-3027, MNCNV-3029, MNCNV-3030, MNCNV-3035, MNCNV-3039a, MNCNV-3039b, MNCNV-3040, MNCNV-3048, MNCNV-3064, MNCNV-3076, MNCNV-3077, MNCNV-3078, MNCNV-3079, MNCNV-3082, MNCNV-3113, MNCNV-3114, MNCNV-3115, MNCNV-3119, MNCNV-3133, MNCNV-3134, MNCNV-3135, MNCNV-3136, MNCNV-3137, MNCNV-3138, MNCNV-3146, MNCNV-3500, MNCNV-3506, MNCNV-3508, MNCNV-3516, MNCNV-3517, MNCNV-3523, MNCNV-3530, MNCNV-3532, MNCNV-3533, MNCNV-3535, MNCNV-3538, MNCNV-3544, MNCNV-3554, MNCNV-3556, MNCNV-3568, MNCNV-3680, MNCNV-3683, MNCNV-4250, MNCNV-4251, MNCNV-4252, MNCNV-4253, MNCNV-4254, MNCNV-4259, MNCNV-4260, MNCNV-4263, MNCNV-4266, MNCNV-4272, MNCNV-4273, MNCNV-4274, MNCNV-4275, MNCNV-4276, MNCNV-4277, MNCNV-4278, MNCNV-4283, MNCNV-4286, MNCNV-4287, MNCNV-4288, MNCNV-4291, MNCNV-4292, MNCNV-4295, MNCNV-4296, MNCNV-4298, MNCNV-4304,

MNCNV-4306, MNCNV-4307, MNCNV-4309, MNCNV-4310, MNCNV-4311, MNCNV-4314, MNCNV-4317, MNCNV-4320, MNCNV-4322, MNCNV-4323, MNCNV-4324, MNCNV-4325, MNCNV-4327- MNCNV-4328, MNCNV-4331, MNCNV-4332, MNCNV-4341, MNCNV-4399, MNCNV-4426, MNCNV-4436, MNCNV-4532, MNCNV-4588, MNCNV-4606, MNCNV-4607, MNCNV-4806, MNCNV-4807, MNCNV-4837, MNCNV-4838, MNCNV-4839, MNCNV-5044, UABT-2?, UABT-Z2, UABT-s/n, UCM-CCS-7, UCM-CCS-10, UCM-CCS-33, UCM-CCS-43, UCM-CCS-46, UCM-CCS-73, UCM-CS-010, UCM-CS-012, UCM-CS-014, UCM-CBEDERS-13, UCM-CBEDERS-11, UCM-CBEDERS-12, UCM-CBEDERS-17, UCM-CBEDERS-23, UCM-CBEDERS-35, UCM-CBII-15, UCM-CTV-001, UCM-CTV-003, UCM-CTV-008, UCM-CTV-009, UCM-CTV-015, UCM-CTV-017, UCM-CTV-019, UCM-CTV-44.

Diagnosis original (RÉROLLE, 1884-1885)

Q. foliis vel submembranaceis, sat breviter petiolatis, oblongo-ellipticis v. obovatis, basi obtusatis v. subauriculatis, v. in petiolum attenuatis, apice plus minus longe cuspidatis, margine parce crenato-dentatis v. sublobulatis, nervis secundariis utrinque 7-10 in dentes productis, nervulis rete subtile efformantibus.

Descripción del material

Hojas recortadas (según la terminología de CAMUS, 1936-1954); pecioladas, peciolo de hasta 0,8 cm de longitud; forma del limbo elíptica, elíptico-estrecha, ovada (estrecho-ovada y lanceolada) u obovada (oblanceolada, ancho-obovada y estrecho-obovada); longitud del limbo: 8,8-2,5 cm; anchura máxima: 3,3-1,3 cm; distancia de la zona de máxima anchura del limbo a la base: 5,8-0,9 cm; ápice de agudo a redondeado, a veces truncado; base aguda, cuneada, obtusa o cordada, siendo a veces asimétrica; margen aserrado con dientes grandes y redondeados, por esta razón esta especie ha sido calificada de sublobulada; presencia de mucrones en el ápice de los dientes; 3-7 dientes en cada lado del margen del limbo dependiendo del tamaño de éste; en algunos ejemplares el margen es liso en el tercio basal, en las hojas no oblanceoladas es liso en la zona apical; nerviación recti y curvipinnada a la vez (mixta craspedódroma según HICKEY, 1973); nervio medio robusto; 7-10 nervios secundarios curvados abruptamente en las zonas de margen liso

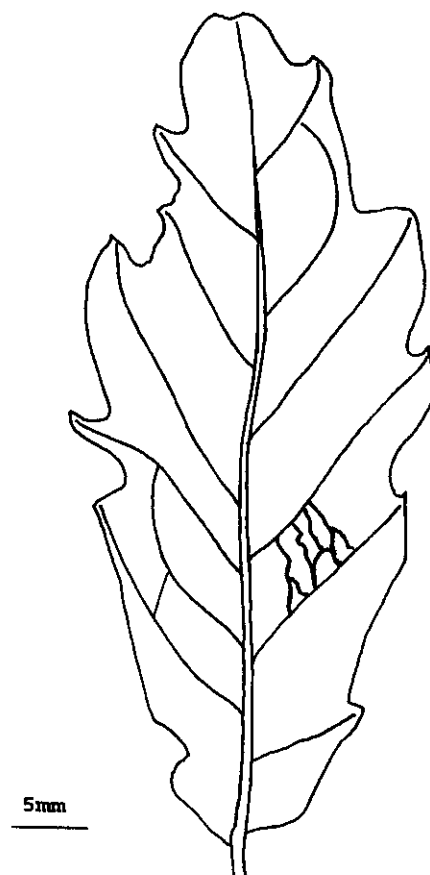


Fig. 37. *Quercus hispanica* MNCNV s/n

(base y ápice) y uniformemente curvados o derechos en el resto de la hoja; ángulo de divergencia de $\approx 45^\circ$, aunque los nervios secundarios más basales pueden tenerlo $>45^\circ$ e incluso recto; nerviación terciaria percurrente con curso derecho o ahorquillado, siendo oblicua frente al nervio medio; nerviación de orden inferior a la terciaria reticulada ortogonalmente formando areolas poligonales bien desarrolladas.

Observaciones

El primero en describir esta especie fue RÉROLLE (1884-1885), haciéndolo a partir de impresiones colectadas en la Cerdaña. Este autor analizó detalladamente su morfología describiendo a su vez tres variedades según la forma que presentaba el limbo de sus ejemplares. Éstas son:

- a) variedad *genuina*, con forma elíptica u obovada.
- b) variedad *cuspidata*, con ápices muy desarrollados y de margen liso, sobresaliendo de forma patente por encima de las zonas dentadas de la hoja.
- c) variedad *expansa*, con forma oblanceolada.

Consideramos a estas tres variedades sin valor taxonómico debido al marcado polimorfismo foliar al que hemos aludido. Además, se han colectado ejemplares con contornos redondeados y ápice truncado y ejemplares elíptico estrechos, los cuales no se pueden encasillar morfológicamente en ninguna de estas tres variedades (MNCNV-276 y MGBV-9516).

En su trabajo de 1884-1885, RÉROLLE asemejaba a *Q. hispanica* con la variedad *canonica* Mass., de *Q. etymodrys* Ung., descrita en el Mioceno Superior de Senigalia (MASSALONGO & SCARABELLI, 1859). Pensamos que RÉROLLE, en el citado trabajo, pasó por alto el ya mentado polimorfismo del que hace gala el género *Quercus*, pues esta variedad no es más que un tipo morfológico de una especie de roble que también debería incluir las especies descritas en Senigalia por MASSALONGO & SCARABELLI (1859): *Q. pseudocastanea* Goepp., *Q. etymodrys* var. *entelea* Mass., *Q. etymodrys* var. *amphypsia* Mass., *Q. etymodrys* var. *microdonta* Mass., *Q. cornaliae* Mass., *Q. cardanii* Mass., *Q. cardanii* var. *latifolia* Mass., *Q. colonæ* Mass., *Q. faloppiana* Mass., *Q. senogalliensis* Mass. y *Q. venturii* Mass.

Más adelante, BOULAY (1892), en el Plioceno de Mont Dôre, cometió el mismo error que MASSALONGO & SCARABELLI (1859), al describir seis especies de robles a partir

de restos foliares polimórficos. En estas localidades seguramente no se debería haber descrito más que una, o a lo sumo dos especies de roble.

DEPAPE (1912), describió como *Q. mirbeckii* (= *Q. canariensis* Willd.), a un conjunto de restos foliares procedentes del Plaisanciense de Saint Marcel (Francia). Utilizando caracteres meramente morfológicos el autor anteriormente citado considera especies análogas a *Q. mirbeckii*: *Q. mirbeckii* var. *antiqua* Sap. (*Q. amplifolia* Sap.), *Q. lucumorum* Gaud., *Q. scilliana* Gaud., *Q. pseudocastanea*, *Q. parlatorii* Gaud., *Q. etymodrys*, *Q. cardanii*, *Q. roburoides* Gaud., *Q. senogalliensis*, *Q. furuhjelmi* Heer y *Q. hispanica*. DEPAPE (1912), no dió ninguna razón acerca de por qué relacionaba a todas estas especies con la especie actual *Q. canariensis*, ya que muchas de ellas presentan características morfológicas diferentes.

En 1922, DEPAPE cambió de opinión tras consultar el texto de VAULX & MARTY (1920). Estos autores consideraban arriesgado relacionar todos estos tipos foliares sólo con *Q. canariensis*, agrupando todos los restos foliares fósiles de robles con hojas sublobuladas o recortadas en un grupo al que denominaron "la serie del *Q. hispanica*", donde se incluyeron ejemplares con características morfológicas similares al ya mencionado *Q. canariensis*, y a las especies *Q. petraea* (Mattuschka) Liebl. (= *Q. sessiliflora* Sm.) y *Q. faginea* Lamk. (= *Q. lusitanica* Webb). Esta misma opinión fue mantenida por GRANGEON (1953, 1958). Sin embargo, no estamos de acuerdo en asignar a esta "serie" los ejemplares figurados por este último autor (lám.-text. IX, figs. 1,3), ya que parecen representar otro tipo de quercínea.

Debemos expresar que, dado el polimorfismo que presentan las especies del género *Quercus*, no es difícil, al analizar restos foliares asignables a robles con hojas lobuladas o recortadas procedentes del Mioceno Superior o Plioceno de Europa, encontrar ejemplares semejantes a los descritos en la Cerdeña como *Q. hispanica*.

Tras analizar los ejemplares ceretanos, pensamos que *Q. hispanica* es comparable en parte con *Q. canariensis*. Sin embargo, esta última especie, además de presentar algunas hojas semejantes a las de la especie que nos ocupa, posee otras hojas con margen lobulado y mayor número de nervios secundarios que la especie fósil (de 8 a 14 pares). Algunos autores como PAMALAREV (1989), consideran a *Q. cardanii* (Mass.) sensu Pamalarev & Kitanov el antepasado de *Q. canariensis* y *Q. hartwissiana* Stev. y no a *Q. hispanica*. *Q. canariensis* en la actualidad es una especie relictica del Terciario que habita en la Península Ibérica en zonas con ombroclimas hiperhúmedos, ocupando en Andalucía situaciones topográficas muy particulares (umbrías, fondos de barrancos y cercanías de ríos y arroyos (NIETO-CALDERA

et al., 1990).

Por otra parte, no creemos que *Q. hispanica* pueda relacionarse con *Q. faginea*, ya que esta especie presenta hojas subcoriáceas, con forma de oblonga a ovada, margen sinuado-dentado o lobado, por lo general con dientes o lóbulos casi hasta la base y nerviación rectipinnada simple (DO AMARAL FRANCO, 1990). A esta especie se pueden asignar los ejemplares estudiados por GRANGEON (1953, text-lám. II, fig. 9), en el Mioceno Superior de Gourgouras, descritos como *Q. hispanica*, y los restos foliares colectados en el Plio-Pleistoceno de Crespiá por VILLALTA & VICENTE (1972) y ROIRON (1983).

Posiblemente la especie que estamos estudiando sí se pueda relacionar con *Q. petraea*, ya que se han colectado en la Cerdaña ejemplares con márgenes sublobulados (ejemplar MNCNV-535).

Tras un detenido análisis desde un punto de vista morfológico de las hojas de las especies actuales del género *Quercus*, hemos de concluir que la especie que posee las hojas más parecidas a *Q. hispanica* es *Q. humilis* Mill., en especial la raza que habita en los Pirineos Orientales. Esta especie es típicamente submediterránea, desarrollándose en el Centro y Sur de Europa y en el Suroeste de Asia. En estado fósil PAMALAREV (1989), la citó en el Mioceno y Plioceno de Polonia.

Nosotros no podemos afirmar taxativamente que *Q. hispanica* se halle relacionado con *Q. humilis*, ya que no han aparecido en los afloramientos de la Cerdaña ni frutos, ni amentos, ni leños, ni restos foliares con la cutícula preservada que pudiéramos relacionar con esta especie.

Sí parece claro por las características morfológicas descritas que la especie que nos ocupa se encontraría incluida en la sección *Lepidobalanus* Endl., del subgénero *Euquercus* del género *Quercus*. Posiblemente la presencia en los afloramientos de la Cerdaña del tipo polínico 1 de *Quercus* sp., deba ser asignado a esta sección, por lo que se ratificaría la presencia de un roble *Lepidobalanus* a partir de restos foliares y de polen.

FERNÁNDEZ MARRÓN (1971), describió un resto foliar en el Oligoceno de Sarreal que atribuyó a la variedad *cuspidata* de *Q. hispanica*. Este ejemplar es coriáceo, denticulado y no conserva la nerviación. Por la descripción que da esta autora y por la figura que acompaña a ésta, no parece que deba asignarse a *Q. hispanica*. No obstante, creemos que este ejemplar debería estudiarse más en profundidad.

Descartando esta última cita, debemos considerar a *Q. hispanica* como una especie típica

del Mioceno Superior y del Plioceno de Europa.

Distribución estratigráfica y geográfica

- Tortonense.** Erdöbenye, Zemplén, Hungría (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1971).
- Vallesiense.** La Seo de Urgel, Lérida, España (SANZ DE SIRIA, 1980b); la Cerdaña, Lérida, España (RÉROLLE, 1884-1885).
- Messiniense.** Carbonara Escrivía, Italia (BALDUZZI et al., 1980).
- Pontiense.** Aubrac y Joursac, Cantal, Francia (DEPAPE & GRANGEON, 1958); Coiron, Mont Charay, Gourgouras y Rochessauve, Ardèche, Francia (DEPAPE & GRANGEON, 1958; GRANGEON, 1958); Senigalia, Italia (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1971).
- Mioceno Superior.** La Bourboule, Puy-de-Dôme, Francia (DEPAPE & GRANGEON, 1958).
- Plaisanciense.** Saint-Marcel, Valle del Ródano; Francia (DEPAPE, 1922); Cantal, Francia; Mont-Dôré y Varennes-lac-Chambon, Puy-de-Dôme, Francia (BOULAY, 1892; DEPAPE & GRANGEON, 1958); Podgumer, Sofia, Bulgaria (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1971).

Además *Q. hispanica* se encuentra citado en el Plioceno del Valle de Ródano, Francia (DEPAPE & GRANGEON, 1958); Pichegu, Saint-Gilles, Gard, Francia (ROIRON, 1981) y en el del Valle de Santarém, Portugal (TEIXEIRA, 1952b).

***Quercus mediterranea* Unger, 1847**

(Lám. XIV, fig. 5)

- * 1847 - *Quercus mediterranea*, UNGER, págs. 114-115, lám. XXXII, figs. 5-9.
- 1850 - *Quercus mediterranea*, UNGER, pág. 400.
- 1856 - *Quercus mediterranea*, HEER, pág. 52, lám. LXXVI, figs. 13-15, 17, 18.
- 1886 - *Quercus szirmayana*, KOVÁTS, págs. 21-22, lám. II, figs. 1-5.
- 1859 - *Quercus crassipes*, HEER, pág. 178, lám. CLI, fig. 28.
- 1859 - *Quercus mediterranea*, HEER, pág. 180.
- 1859 - *Quercus mediterranea*, MASSALONGO & SCARABELLI, pág. 190, lám. XXXIV, fig. 23.
- 1967 - *Quercus mediterranea*, STUR, pág. 154.
- 1870-1872 - *Quercus mediterranea*, SCHIMPER, págs. 646-647.
- 1879 - *Quercus mediterranea*, SAPORTA, págs. 228, 378, fig. 81, n° 5-9.
- 1884-1885 - *Quercus praeilex*, RÉROLLE, págs. 265-267, lám. IX, figs. 2-3.
- 1887 - *Quercus coccifera*, BOULAY, pág. 38.
- 1887 - *Quercus mediterranea*, BOULAY, pág. 38.
- 1888 - *Quercus mediterranea*, SAPORTA, pág. 171.
- 1891 - *Quercus mediterranea*, ZITTEL, pág. 428.
- 1903 - *Quercus coccifera*, MARTY, pág. 39, lám. VI, fig. 4.
- 1903 - *Quercus mediterranea*, MARTY, pág. 38, lám. V, fig. 13.
- 1912 - *Quercus coccifera*, DEPAPE, págs. 3-6, fig. 2 a-b, lám. II, figs. 5-10.
- 1922 - Série du "*Quercus mediterranea*", DEPAPE, págs. 147-148.
- 1922 - *Quercus ilex*, DEPAPE, págs. 148-151, lám. VIII, figs. 4-8.
- 1922 - *Quercus coccifera*, DEPAPE, págs. 151-152, lám. VIII, figs. 10-11.
- 1945 - *Quercus praeilex*, MELÉNDEZ MELÉNDEZ, págs. 106-108, figs. 2-3.
- 1945 - *Quercus crassipes*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 344.

- 1945 - *Quercus mediterranea*, VILLALTA & CRUSAFONT, págs. 344, 347.
 1950 - *Quercus crassipes*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 161.
 1950 - *Quercus mediterranea*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 161.
 1951 - *Quercus crassipes*, BATALLER, pág. 140.
 1951 - *Quercus mediterranea*, BATALLER, vol. X, pág. 140.
 1953 - *Quercus coccifera*, ARAMBOURG et al., págs. 24-25, lám. III, fig. 9.
 1953 - *Quercus ilex*, ARAMBOURG et al., págs. 23-24, lám. III, fig. 10.
 1953 - *Quercus mediterranea*, GRANGEON, pág. 308, text-lám. II, fig. 13.
 1954 - *Quercus mediterranea*, HANTKE, págs. 47-48, lám. 2, figs. 7-10.
 1955 - *Ilex cyclophylla*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 159-160, lám. XLIII, fig. 5.
 1955 - *Quercus crassipes*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 77.
 1955 - *Quercus mediterranea*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 82.
 1958 - *Quercus coccifera*, GRANGEON, págs. 87-88, pl-text. XI, figs. 3-6, 12, 20.
 1958 - *Quercus ilex*, GRANGEON, págs. 88-89, pl-text. XI, figs. 15, 17; pl-text. XIV, fig. 10; lám. III, fig. 2.
 1958 - *Quercus mediterranea*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 137.
 1959 - *Quercus mediterranea*, ANDREÁNSZKY, pág. 101, lám. XXVII, fig. 5.
 1959 - *Quercus* cf. *Ilex*, ANDREÁNSZKY, pág. 101.
 1963b - *Quercus mediterranea*, ANDREÁNSZKY, lám. I, fig. 1.
 1965 - *Quercus mediterranea*, HANTKE, págs. 24-25, lám. 3, figs. 3-4.
 1974 - *Quercus ilex*, SANZ DE SIRIA, págs. 31-34, lám. II, fig. 2e.
 1977 - *Quercus ilex*, SANZ DE SIRIA, pág. 26.
 1979 - *Quercus mediterranea*, FERNÁNDEZ MARRÓN, pág. 405, fig. 12.
 1979 - *Quercus ilex*, FERNÁNDEZ MARRÓN, pág. 405.
 1979 - *Quercus mediterranea*, MÄDLER & STEFFENS, págs. 13, 15, 16; lám. 5, fig. 1.
 1980b - *Quercus ilex*, SANZ DE SIRIA, pág. 13, lám. I, fig. 21a.
 1980 - *Quercus* cf. *mediterranea*, VIGÓN, pág. 31, lám. 4, fig. 28.
 1981 - *Quercus ilex*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 559.
 1981 - *Quercus mediterranea*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
 1981 - *Quercus mediterranea*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, págs. 34, 36.
 1982 - *Quercus ilex*, SANZ DE SIRIA, pág. 7, lám. I, fig. 6.
 1986 - *Quercus* cf. *mediterranea*, KNOBLOCH & VELITZELOS, pág. 11, lám. 2, fig. 5.
 1987 - *Quercus mediterranea*, KNOBLOCH & VELITZELOS, pág. 161.
 1987 - *Quercus* cf. *mediterranea*, KNOBLOCH & VELITZELOS, págs. 159-160, 162-163.
 1988 - *Quercus mediterranea*, VICENTE i CASTELLS, págs. 27-28, lám. I, fig. 24.
 1989 - *Quercus mediterranea*, KVAČEK & WALTHER, pág. 227, fig. 5 a-b.
 1989 - *Quercus mediterranea*, PAMALAREV, pág. 95.
 1990 - *Quercus* cf. *coccifera*, GIVULESCU, pág. 86, lám. 4, fig. 7.
 1990 - *Quercus mediterranea*, GIVULESCU, págs. 86-87.
 1991 - *Quercus mediterranea*, BARRÓN, págs. 168-185, lám. VII, figs. 2-5.
 1993 - *Quercus mediterranea*, KVAČEK et al., pág. 62, figs. 4c-g, lám. 3, figs. 5-7, lám. 8, fig. 4.

Material

Han sido objeto de estudio 39 ejemplares procedentes de los afloramientos de Sta. Eugenia, Coll de Saig, Bellver, Padró, Beders y Terra Negra, estos aparecían siempre como impresiones en buen estado de conservación. Los especímenes analizados fueron los siguientes:

MGBG-A-73, MGBG-A-75, MGBV-9847, MGBV-9873, MGBV-9877, MGBV-9878, MGBV-9901, MGBV-10035, MGBV-10132, MGBV-10137, MGBV-10138, MGBV-10144, MGBV-10155, MGBV-10168, MGBV-10169, MGBV-10466, MGBV-10529, MGSB-40408, MNCNV-149, MNCNV-677, MNCNV-678, MNCNV-736, MNCNV-744, MNCNV-866, MNCNV-975, MNCNV-1215, MNCNV-3062, MNCNV-3070, MNCNV-3071, MNCNV-4255, MNCNV-4257, MNCNV-4267, MNCNV-4271, MNCNV-4281, MNCNV-4299, MNCNV-4301, MNCNV-4312, MNCNV-4556, UABT-s/n.

Diagnosis original (UNGER, 1847)

Q. foliis breviter petiolatis subcordato-oblongis acuminatis obtusisque

mucronato-dentatis nitidis penninerviis.

Descripción del material

Hojas acebiformes, subcoriáceas, cortamente pecioladas (pecíolo de 0,46-0,14 cm); limbos polimórficos: elípticos, oblongos, ovados o redondeados; longitud del limbo: 6-2 cm; anchura máxima del limbo: 2,5-1,5 cm; distancia de la zona de máxima anchura del limbo a la base: 2,3-1,4 cm; ápice de agudo a redondeado, pudiendo encontrarse mucronado; base con desarrollo idéntico al ápice, apareciendo también ejemplares cordados; margen por lo general aserrado, atenuándose hacia la base; dientes del margen pequeños, con ángulo apical agudo, o bien desarrollados, siendo en este caso vulnerantes; usualmente número de dientes del margen idéntico al número de nervios secundarios, aunque aparecen ejemplares con un número menor de dientes (en algunas ocasiones con uno sólo, MGBV-10035) y, raramente, con el margen liso; nerviación recti y curvipinnada a la vez (mixta craspedódroma según HICKEY, 1973), siendo rectipinnada simple si todos los nervios secundarios del ejemplar acaban en los dientes del margen; 4-9 pares de nervios secundarios con curso derecho o uniformemente curvado y ángulo de divergencia $>45^\circ$, pudiéndose hacer casi recto hacia la base; presencia de nervios intersecundarios; nerviación terciaria percurrente de curso derecho o ahorquillado, oblicua frente al nervio medio; nerviación de orden inferior a la terciaria reticulada ortogonalmente formando areolas poligonales bien desarrolladas.

Observaciones

Restos foliares asignables a *Q. mediterranea* se han colectado frecuentemente en los yacimientos europeos con macroflora desde el Oligoceno hasta el Plioceno (PAMALAREV, 1989), siendo usual hallar restos foliares de diversas morfologías. Ésto fue apuntado ya en el siglo pasado por diversos autores (UNGER, 1847, 1850; HEER, 1856; SCHIMPER, 1870-1872)

Los primeros restos colectados en la Cerdaña, atribuibles a *Q. mediterranea* fueron asignados por RÉROLLE (1884-1885), a *Q. praeilex* Sap. En 1945, VILLALTA & CRUSAFONT citan por primera vez *Q. mediterranea* en la cuenca ceretana juntamente con *Q. crassipes* Heer (ejemplar MGBV-10137). Esta última especie fue descrita por HEER (1859) en el Sarmatiense de Oehningen a partir de una hoja redondeada de *Q. mediterranea*, por lo que no presenta valor taxonómico, siendo sinónima de la especie que nos ocupa. Otra especie

sin valor taxonómico y sinónima de *Q. mediterranea* es *Q. szirmayana*, descrita por KOVÁTS (1856) en el Sarmatiense de Erdobénye (Hungría).

En la cercana cuenca de la Seo de Urgel, SANZ DE SIRIA (1974, 1980b), colectó restos foliares con características semejantes a los que RÉROLLE (1884-1885), consideró como *Q. praeilex*, determinándolos como *Q. ilex*. Como en el caso anterior, se trata de ejemplares que deben ser atribuidos a la especie que nos ocupa, pues esta morfología se debe al ya mencionado polimorfismo foliar del que esta especie hace gala. Ejemplares de este tipo son: MGBV-9878 y MGBV-10035.

Una especie morfológicamente muy similar a *Q. mediterranea* es *Q. antedens* Sap., del Eoceno d'Aix-en-Provence (SAPORTA, 1879). Posiblemente, pudiera ser que la especie de Aix-en-Provence fuera la antecesora de *Q. mediterranea*, sin embargo para afirmar ésto taxativamente, se deberían realizar estudios anatómicos de la especie eocena que no se han llevado a cabo.

Morfológicamente hablando, *Q. mediterranea* presenta similitudes con las especies actuales *Q. ilex* (en particular con su subespecie *ballota* (Desf.) Samp.) y *Q. coccifera*, por lo que en algunas ocasiones, ejemplares de la especie que nos ocupa han sido asignados a éstas (BOULAY, 1887; DEPAPE, 1912; DEPAPE, 1922; GRANGEON, 1958; SANZ DE SIRIA, 1974, 1980b).

Estudios cuticulares llevados a cabo por KVAČEK & WALTHER (1989), revelaron el parentesco entre *Q. mediterranea* y *Q. coccifera*, llegándose a la conclusión que *Q. mediterranea* no presentó una estructura esclerófila. Así, según los autores citados, *Q. mediterranea* debió poseer hojas deciduas, o más concretamente, marcescentes.

Desgraciadamente, a causa del tipo de preservación que presentan los ejemplares ceretanos colectados (impresiones), no hemos podido realizar estudios anatómicos que pudieran confirmar las observaciones de KVAČEK & WALTHER (1989).

No obstante, si consideramos la relacion de parentesco con *Q. coccifera*, *Q. mediterranea* debe situarse en la subsección *ilex* Lieb. & Öerst. de la sección *Lepidobalanus* del subgénero *Euquercus* del género *Quercus* (CAMUS, 1936-1954). La presencia de una especie de *Quercus* de esta subsección viene ratificada por la aparición de polen tipo *ilex-coccifera* en algunos afloramientos de la Cerdaña, como hemos indicado anteriormente.

Distribución estratigráfica y geográfica

Se encuentra citado en el Oligoceno inferior alto de Cervera, Tarragona, España (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1979).

-Chatiense. Sagor, Carintia, Yugoslavia (UNGER, 1850); Sotzka, Estiria, Austria (VICENTE i CASTELLS, 1988).

-Mioceno Inferior. Miljevina, Este de Bosnia, Yugoslavia (KVAČEK et al., 1993).

-Aquitaniense. Kumi, Islas de Eubea, Grecia; Lausanne, Vaud, Suiza (SCHIMPER, 1870-1872); Radoboj, Croacia, Yugoslavia (DEPAPE, 1912); Ribesalbes, Castellón, España (VIGÓN, 1980).

-Tortoniense. Erdöbenyé, Zemplén, Hungría (STUR, 1867).

-Aragoniense. Aydin-Şahinali, Çanakkale-Çan-Demirci, Manisa-Soma-Deniş, Turquía (MÄDLER & STEFFENS, 1979).

-Helveciense. Croisettes, Suiza (VICENTE i CASTELLS, 1988).

-Sarmatiense. Albis, Locle, Ochingen y Schrotzburg, Suiza (HEER, 1856, 1859); Erdobénye y Balaton, Hungría (ANDREÁNSZKY, 1959).

-Vallesiense. Seo de Urgel, Lérida, España (SANZ DE SIRIA, 1974, 1980b); la Cerdaña, Lérida, España (VILLALTA & CRUSAFONT, 1945).

-Tortoniense. Parschlug, Estiria, Austria (UNGER, 1850); Tokay, Zemplén, Hungría (SCHIMPER, 1870-1872); Montjuïc, Barcelona, España (VICENTE i CASTELLS, 1988).

-Messiniense. Senigalia, Italia (MASSALONGO & SCARABELLI, 1859).

-Pannoniense. Chiuzbaia, Rumanía (GIVULESCU, 1990).

-Pontiense. Joursac, Cantal, Francia (MARTY, 1903); Mont Charay, Gourgouras, Privas Y Rochessauve, Ardèche, Francia (SAPORTA, 1888; BOULAY, 1887; GRANGEON, 1953).

-Mioceno Superior. Vegora, Lava, Aliveri, Likudi, Grecia (KNOBLOCH & VELITZELOS, 1987); Seifhennersdorf, Saxe, Francia (SCHIMPER, 1870-1872); Val d'Arno, Suiza (HEER, 1859; SCHIMPER, 1870-1872); Buñol, Valencia, España (ÁLVAREZ RAMIS & DOUBINGUER, 1981).

Además ha sido citado en el Mioceno de Günzburg, Preschen, Bohemia, Checoslovaquia (SCHIMPER, 1870-1872); Libros, Teruel, España (MELÉNDEZ MELÉNDEZ, 1945) y Lava (KVAČEK & WALTHER, 1989).

-Plaisanciense. Mongardino, Piamonte, Italia (DEPAPE, 1912); Eurre, Saint-Marcel y Théziers, Valle del Ródano, Francia (DEPAPE, 1922); Siurana, Gerona, España (SANZ DE SIRIA, 1982).

-Villafrankiense. Maison Carrée, Argelia; Lago Ichkeul, Túnez (ARAMBOURG et al., 1953).

Finalmente, PAMALAREV (1981) cita a la especie que nos ocupa en el Oligoceno, Mioceno y Plioceno de Rumanía, Bulgaria y Georgia.

Familia *Betulaceae* S. F. Gray, 1821

La familia *Betulaceae* tradicionalmente se incluye dentro del orden *Fagales* (THORNE, 1973; CRONQUIST, 1981), aunque algunos autores como HICKEY & WOLFE (1975), la han considerado en un orden aparte.

Actualmente comprende 6 géneros que se distribuyen en dos subfamilias: *Betuleae* y *Coryleae* (CRANE, 1981; CRANE et al., 1990). La primera, que incluiría a los géneros *Alnus* Mill. y *Betula* L., presenta características más primitivas que la segunda, donde se incluyen el resto de los géneros (HALL, 1952; CRANE et al., 1990).

Según WOLFE (1973) y CRANE (1981), posiblemente esta familia evolucionara junto con *Fagaceae* antes del Maastrichtiense en la provincia *Aquilapollenites*. Quizás, a partir de algún grupo de angiospermas con polen del tipo *Normapolles*, puesto que se han hallado en la región anteriormente mencionada.

En los sedimentos ceretanos se ha detectado la presencia de 5 géneros de betuláceas, cuatro de ellos a partir de macro y microrrestos (*Alnus*, *Betula* y *Carpinus* L. y *Corylus* L.), y el restante a partir de macrorrestos (*Ostrya* Scop.).

Los granos de polen del género *Alnus* son los que presentan una mayor semejanza morfológica con los incluidos en las diferentes especies del grupo *Normapolles* (WOLFE, 1973). Los primeros restos referibles a *Alnus* son palinomorfos que datan del Santoniense y Campaniense del Japón (*Alnipollenites verus* MIKI) (MULLER, 1981; CRANE & STOCKEY, 1987; CRANE et al., 1990), comenzando el registro europeo a partir del Paleoceno Superior (MULLER, 1981). Actualmente, según HUTCHINSON (1967), está integrado por unas 14 especies extendidas por las zonas templadas del Hemisferio Norte y los Andes.

Los primeros registros del género *Betula* son palinomorfos datados como senonienses (MULLER, 1981; CRANE & STOCKEY, 1987; CRANE et al., 1990). Durante el Paleoceno llegó a extenderse ampliamente por el Hemisferio Norte (MULLER, 1981). Según HUTCHINSON (1967), éste habita hoy en día exclusivamente en el Hemisferio Norte, estando integrado por unas 40 especies.

El género *Carpinus* se detectó por primera vez durante el Paleoceno superior de Centro Europa a partir de granos de polen que fueron integrados en el género parataxónico *Carpinuspollenites* Krutzsch (MULLER, 1981). Restos foliares y frutos se han hallado a partir del Eoceno, en Kursk (Rusia), Siberia, Manchuria, Japón, Alaska, Oregon e Idaho (JENTYS-SZAFEROWA, 1958). El género *Carpinus* actualmente se encuentra integrado por unas 26 especies que se distribuyen por el Hemisferio Norte (HUTCHINSON, 1967).

El registro más antiguo del género *Corylus* son palinomorfos del Maastrichtiense de Escocia (MULLER, 1981). Restos foliares denominados como *C. macquarrii* (Forbes) Heer, *C. insignis* Heer y *Corylites hebridicus* Seward & Holtum, están ampliamente distribuidos en el Cretácico Superior y Paleoceno de Norteamérica, Groenlandia y Europa (CRANE, 1981), no obstante podrían pertenecer a otros géneros y otras familias. En el Paleoceno aparecen por primera vez nueces de *Corylus* (CRANE et al., 1990). El género *Corylus* está compuesto en la actualidad por unas 15 especies (HUTCHINSON, 1967), distribuidas por el Hemisferio Norte.

Finalmente, HEER (1868), citó el género *Ostrya* en el Eoceno de Atanekrdluk (Norte de Groenlandia), concretamente, a partir de involucros describió la especie *O. walkeri*. El registro polínico más antiguo procede del Eoceno superior y el Oligoceno de Francia (*Tricolporopollenites rhenanus* (Th.) Th. & Pf.), siendo este polen indistinguible del correspondiente al género *Ostryopsis* Denec (MULLER, 1981). El género *Ostrya* habita en la actualidad en el Hemisferio Norte, estando integrado por 7 especies.

MICRORRESTOS

Alnus sp.

(Lám. XIV, figs. 8, 9 y 10; Lám. XV, fig. 3a y b)

Esta forma de polen es referible a la especie parataxónica *Alnipollenites verus* R. Pot. que aparece en todos los afloramientos de la Cerdaña, a veces en gran cantidad.

A. verus se encuentra en los sedimentos terciarios del Eoceno al Plioceno (PLANDEROVÁ, 1990).

El género *Alnus* presenta una polinización anemófila.

Descripción del material

Granos 4-5-6-zonoporados; aspidados; radialmente simétricos; isopolares; en vista

polar subcirculares, cuadrangulares, pentagonales o exagonales, con contorno plano o ligeramente cóncavo; en vista ecuatorial oblatos; E=31,8-24,5 μm ; P=18-13 μm ; poros vestibulados con 3,6-2,7 μm de luz; exina con grosores de 1-0,45 μm en los mesocolpios y 3,4-2,9 μm alrededor de los poros; endoaperturas tipo poro conectadas con las exoaperturas; aperturas conectadas por arcos; téctum completo; infratécum sin columelas; superficie psilada o algo granulada al M.O., al M.E.B formada por pequeños canales a modo de rúgulas sobre cuya superficie se disponen pequeños y escasos elementos escábridos (Lám. XV, fig. 3b).

***Betula* sp.**

(Lám. XV, fig. 8)

Palinomorfos asignables a este género se han hallado en mayor o menor proporción en todos los afloramientos de la Cerdaña, siendo referibles a la especie parataxónica *Betullaepollenites betuloides* (Pf.) Nagy.

Según NAGY (1985), esta paraespecie es típico elemento arctoterciario, encontrándose bien representado en Hungría en el Egeriense, Sarmatiense y, especialmente, en el Pannoniense, donde es abundante en formaciones de costa.

El género *Betula* presenta una dispersión anemófila de sus palinomorfos.

Descripción del material

Granos 3-zonoporados; aspidados; radialmente simétricos; en vista polar triangular o subcirculares con contorno usualmente plano; en vista ecuatorial oblatos; E=32,7-20 μm ; P=20-18 μm ; poros vestibulados de 2,72-1,8 μm de luz; exina con alrededor de 1 μm de grosor tanto en los mesocolpios como alrededor de los poros; téctum completo; superficie psilada al M.O.

***Carpinus* sp.**

(Lám. XV, fig. 7)

Este género se encuentra representado en todos los afloramientos de la Cerdaña excepto en el de San Salvador, siendo identificable con la especie parataxónica *Carpinites carpinoide*s Pf., y con el tipo *C. orientalis* Mill.

NAGY (1985), calificó a este género como elemento arctoterciario, el cual se encuentra en los sedimentos de todo el Neógeno de Europa. En Hungría aparece en el

Egeriense, no estando representado durante largos periodos en este país, cuando las temperaturas fueron más altas.

El género *Carpinus* presenta una polinización anemófila.

Descripción del material

Granos 3-(4)-zonoporados; isopolares; radialmente simétricos; subcirculares con contorno plano o ligeramente convexo en vista polar; no se han observado en vista ecuatorial; E=38-30 μm ; poros de 3,6-3 μm de luz; exina $\approx 1 \mu\text{m}$, presentando el mismo grosor en los mesocolpios que en los poros; téctum completo; superficie psilada al M. O.

***Corylus* sp.**

(Lám. XV, figs. 5 y 6)

Este tipo de polen, citado por primera vez en el Mioceno Superior de la Cerdaña, es referible a la paraespecie *Triporopollenites coryloides* Pf., que se encuentra en todos los afloramientos estudiados.

T. coryloides se ha encontrado en el Badeniense y Pannoniense de Hungría (NAGY, 1985).

El género *Corylus* presenta una dispersión anemófila de su palinomorfo.

Descripción del material

Granos 3-zonoporados; radialmente simétricos; isopolares; subcirculares o triangulares con contorno plano o convexo en vista polar; elípticos en vista ecuatorial; E=31,8-26 μm ; P=22-20 μm ; poros operculados de 2,27-1,7 μm de luz; exina de $\approx 1 \mu\text{m}$, presentando el mismo grosor en los mesocolpios que en los poros; téctum completo; infratécum sin columelas; superficie psilada o granulada al M.O y ligeramente equinulada al M. E. B.

MACRORRESTOS

***Alnus occidentalis* RÉROLLE, 1884-1885**

(Figs. 38 y 39; Lám. XIV, figs. 6, 7, 11 y 12)

- * 1884-1885 - *Alnus occidentalis*, RÉROLLE, págs. 252-256, lám. IV, figs. 4-8.
- 1884-1885 - *Quercus denticulata*, RÉROLLE, págs. 267-268, lám. IX, fig. 4.
- 1888 - *Quercus denticulata*, SAPORTA, pág. 171.
- 1945 - *Alnus* cf. *kefersteinii*, VILLALTA & CRUSAFONT, págs. 334, 347.

- 1945 - *Alnus occidentalis*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 344.
 1945 - *Quercus denticulata*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 344.
 1950 - *Alnus* cf. *kefersteinii*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 160.
 1950 - *Alnus occidentalis*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 160.
 1950 - *Quercus denticulata*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 161.
 1951 - *Alnus* cf. *kefersteinii*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 140.
 1951 - *Alnus occidentalis*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 140.
 1951 - *Quercus denticulata*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 140.
 1955 - *Abies saportana*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 44, lám. XVI, fig. 3.
 1955 - *Alnus kefersteinii*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 67-68, lám. XXI, figs. 2-4.
 1955 - *Alnus occidentalis*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 68-69, lám. XXII, figs. 1-6.
 1955 - *Alnus prisca*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 69-70, lám. XXIII, figs. 1-2.
 1955 - *Cotoneaster* sp., MENÉNDEZ AMOR, págs. 122-123, lám. XLVI, fig. 7.
 1955 - *Populus mutabilis*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 92-93, lám. XXIX, fig. 6.
 1955 - *Populus primigenia*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 93-94, lám. XXIX, fig. 4.
 1955 - *Quercus denticulata*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 78.
 1955 - *Ulmus braunii*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 97, lám. XXX, fig. 4.
 1955 - *Zanthoxylon juglandinum*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 143-144, lám. XLV, fig. 5.
 1958 - *Alnus occidentalis*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 139.
 1974 - *Alnus ducalis*, SANZ DE SIRIA, pág. 25, lám. II, figs. 2a-2b.
 1974 - *Alnus kefersteinii*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 21-23, lám. I, figs. 1f-1g.
 1974 - *Alnus occidentalis*, SANZ DE SIRIA, págs. 23-24, lám. I, fig. 1h.
 1974 - *Alnus* cf. *prisca*, SANZ DE SIRIA, págs. 25-27, lám. II, fig. 2c.
 1977 - *Alnus kefersteinii*, SANZ DE SIRIA, pág. 26.
 1977 - *Alnus occidentalis*, SANZ DE SIRIA, pág. 26.
 1977 - *Alnus prisca*, SANZ DE SIRIA, pág. 26.
 1977 - *Alnus stenophylla*, SANZ DE SIRIA, pág. 26.
 1980a - *Alnus kefersteinii*, SANZ DE SIRIA, págs. 46, lám. 1.
 1980b - *Alnus kefersteinii*, SANZ DE SIRIA, pág. 9, lám. I, fig. 7a.
 1980b - *Alnus occidentalis*, SANZ DE SIRIA, pág. 9-10, lám. I, fig. 8a.
 1980b - *Alnus prisca*, SANZ DE SIRIA, pág. 10, lám. I, fig. 9a.
 1980b - *Alnus stenophylla*, SANZ DE SIRIA, pág. 10, lám. 10a.
 1981 - *Alnus gracilis*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
 1981 - *Alnus kefersteinii*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
 1981 - *Alnus occidentalis*, ÁLVAREZ RAMIS, págs. 557, 559.
 1981 - *Alnus prisca*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557, 559.
 1981 - *Alnus rotundata*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
 1981 - *Alnus stenophylla*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 559.
 1981 - *Quercus denticulata*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
 1981 - *Alnus gracilis*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, pág. 33.
 1981 - *Alnus kefersteinii*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, pág. 33.
 1981 - *Alnus occidentalis*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, pág. 33.
 1981 - *Alnus rotundata*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, pág. 33.
 1981 - *Quercus denticulata*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, págs. 34, 36.
 1988 - *Alnus occidentalis*, AGUSTÍ et al., pág. 162, fig. 139.
 1988 - *Alnus occidentalis*, GÓMEZ-ALBA, pág. 33, lám. 16, fig. 6.

Material

Se han estudiado 312 ejemplares de la especie que nos ocupa en forma de impresiones y compresiones sin la cutícula preservada. Estos especímenes se han encontrado en muy diferente estado de conservación, hallándose algunos francamente deteriorados y otros en estado excelente. Se han analizado tres tipos diferentes de restos que corresponden a las siguientes siglas de inventario:

-Restos foliares:

CA-8951-1, CA-8951-2, CA-8951-3, CA-8959-1, CA-8959-2, CA-8959-3, MGBG-A-14, MGBG-A-44, MGBG-A-46, MGBG-A-127, MGBG-A-128, MGBG-A-131, MGBG-A-165, MGBG-A-196, MGBV-9010, MGBV-9455, MGBV-9492, MGBV-9495, MGBV-9686, MGBV-9690, MGBV-9696, MGBV-9713, MGBV-9716, MGBV-9720, MGBV-

9721, MGBV-9723, MGBV-9733, MGBV-9737, MGBV-9745, MGBV-9769, MGBV-9771, MGBV-9775, MGBV-9778, MGBV-9787, MGBV-9792, MGBV-9797, MGBV-9800, MGBV-9806, MGBV-9807, MGBV-9809, MGBV-9810, MGBV-9872, MGBV-9884, MGBV-10034, MGBV-10038, MGBV-10056, MGBV-10057, MGBV-10058, MGBV-10059, MGBV-10062, MGBV-10068, MGBV-10077, MGBV-10078, MGBV-10080, MGBV-10081, MGBV-10083, MGBV-10085, MGBV-10105, MGBV-10141, MGBV-10143, MGBV-10165, MGBV-10491, MGBV-10501, MGBV-10502, MGBV-10503, MGBV-10507, MGBV-10509, MGBV-10521, MGBV-10528, MGBV-10556, MGBV-10557, MGBV-10568, MGM-455M 2, MGM-351M, MGM-421M, MGM-438M, MGM-445M, MGM-453M, MGM-479M, MGM-491M, MGM-493M, MGM-494M, MGM-495M, MGM-496M, MGM-499M, MGM-806M, MGM-974M, MGM-1039M, MGM-1053M, MGM-1054M, MGM-1055M, MGM-1056M, MGSB-4036, MGSB-21770, MGSB-31195, MGSB-31196, MGSB-31385, MGSB-36197, MGSB-40402, MGSB-40405, MGSB-40412, MGSB-40429, MGSB-40435, MGSB-48113, MGSB-48115, MGSB-48116, MGSB-48136, MGSB-48137, MGSB-48139, MGSB-48140, MGSB-48141, MGSB-48142, MGSB-48144, MGSB-48164, MNCNV-254, MNCNV-284, MNCNV-307, MNCNV-315, MNCNV-318, MNCNV-325, MNCNV-326, MNCNV-328, MNCNV-335, MNCNV-339, MNCNV-348, MNCNV-358, MNCNV-367, MNCNV-704, MNCNV-708, MNCNV-735, MNCNV-737, MNCNV-739, MNCNV-746, MNCNV-764, MNCNV-768, MNCNV-779, MNCNV-841, MNCNV-828, MNCNV-829, MNCNV-830, MNCNV-841, MNCNV-858, MNCNV-880, MNCNV-898, MNCNV-918, MNCNV-947, MNCNV-954, MNCNV-970, MNCNV-994, MNCNV-1002, MNCNV-3028, MNCNV-3094, MNCNV-3558, MNCNV-3559, MNCNV-3560, MNCNV-3565a, MNCNV-3565b, MNCNV-3577, MNCNV-3580, MNCNV-3587, MNCNV-3588, MNCNV-3589, MNCNV-3590, MNCNV-3592, MNCNV-3595, MNCNV-3597, MNCNV-3601, MNCNV-3602, MNCNV-3603, MNCNV-3613, MNCNV-3625, MNCNV-3627, MNCNV-3634, MNCNV-3638, MNCNV-3639, MNCNV-3656, MNCNV-3661, MNCNV-3684, MNCNV-4250, MNCNV-4342, MNCNV-4344, MNCNV-4345, MNCNV-4346, MNCNV-4347, MNCNV-4348, MNCNV-4349, MNCNV-4354, MNCNV-4355, MNCNV-4356, MNCNV-4357, MNCNV-4358, MNCNV-4359, MNCNV-4360, MNCNV-4361, MNCNV-4365, MNCNV-4366, MNCNV-4367, MNCNV-4368, MNCNV-4369, MNCNV-4370, MNCNV-4371, MNCNV-4372, MNCNV-4373, MNCNV-4374, MNCNV-4375, MNCNV-4377a, MNCNV-4377b, MNCNV-4378, MNCNV-4379, MNCNV-4380, MNCNV-4381, MNCNV-4383, MNCNV-4384, MNCNV-4386, MNCNV-4387, MNCNV-4388, MNCNV-4389, MNCNV-4390, MNCNV-4391, MNCNV-4392, MNCNV-4393, MNCNV-4395, MNCNV-4396, MNCNV-4397, MNCNV-4398, MNCNV-4400, MNCNV-4401, MNCNV-4402, MNCNV-4411, MNCNV-4428, MNCNV-4447, MNCNV-4603, MNCNV-4707, MNCNV-4749, MNCNV-4836, MNCNV-4841, MNCNV-4842, MNCNV-4843, MNCNV-4844, MNCNV-4845, MNCNV-4846, MNCNV-4847, MNCNV-4848, MNCNV-4849, MNCNV-4850, MNCNV-4851, MNCNV-4852, MNCNV-4853, MNCNV-4855, MNCNV-4856, MNCNV-4857, MSB-47029, MSB-47032, MSB-47036, MSB-48113, MSB-48115, MSB-48116, MSB-40405, MSB-40412, MSB-40429, MSB-481136, MSB-481137, MSB-481138, MSB-481139, MSB-481141, MSB-481142, MSB-481143, MSB-481144, UCM-BED-007, UCM-BII-002, UCM-CBII-8, UCM-CCS-32, UCM-CCS-34, UCM-CCS-41, UCM-CCS-54, UCM-CCS-60, UCM-CCS-65, UCM-CCS-72, UCM-CCS-78, UCM-CCS-82, UCM-CCS-86, UCM-CS-007, UCM-CS-011, UCM-CSE-4, UCM-CTV-006, UCM-CTV-014, UCM-CTV-41.

-Amentos femeninos:

CA-8952-1, CA-8952-2, CA-8952-3, MGBV-11720, MGSB-48135, MGSB-48140, MNCNV-253, MNCNV-779, MNCNV-3097, MNCNV-3567, MNCNV-3570, MNCNV-4364, MNCNV-4385, MNCNV-4681, MNCNV-4815, UCM-BII-001.

-Amentos masculinos:

MGBV-10499, MNCNV-3095, MNCNV-4351, MNCNV-4352, MNCNV-4353, MNCNV-4362, MNCNV-4363, MNCNV-4382, MNCNV-4713.

Esta especie aparece de forma abundante en todos los afloramientos de la zona. Además, MENÉNDEZ AMOR (1955), la citó en Padró y en Alp; y ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE (1981), en una localidad sin determinar entre Puigcerdá y la Seo de Urgel.

Diagnosis original (RÉROLLE, 1884-1885)

A. foliis saepius longe et gracile petiolatis, polymorphis, elliptico-oblongis v.

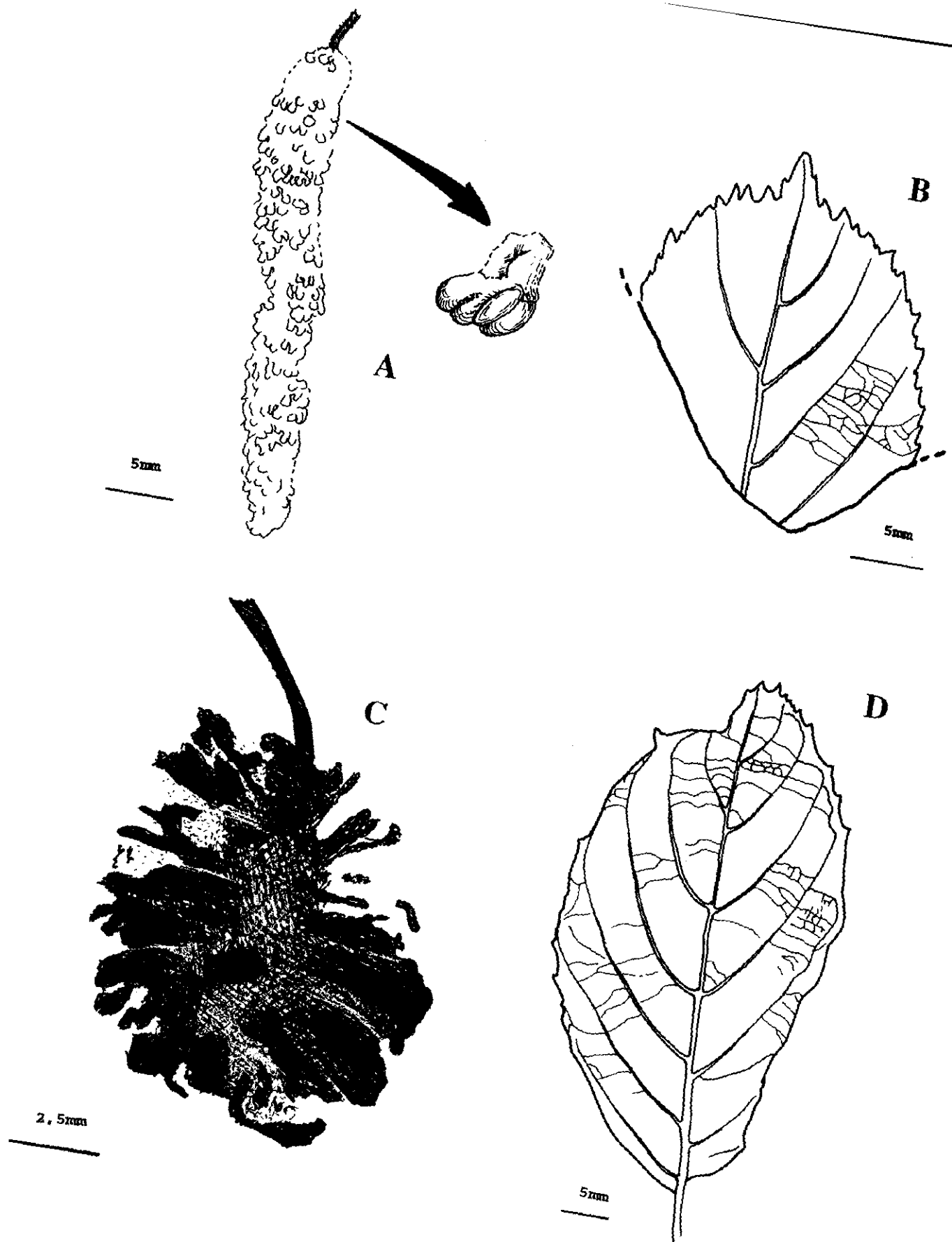


Fig. 38. *Alnus occidentalis*:
 A) MNCNV-4713. B) MNCNV-4390. C) MNCNV-4385. D) MNCNV-4384

suborbicularibus, basi rarius subcordatis v. cordatis, margine tenuiter denticulatis; nervis secundariis utrinque 8-10, plus minus curvatis, furcatis v. breviter ramosis; strobilis oblongis, squamis crassis, pedunculis longis robustique.

Descripción del material

Presenta hojas largamente pecioladas (pecíolo de hasta 3 cm); limbo casi siempre elíptico (Fig.38d), existiendo ejemplares orbiculares (Fig. 39) y obovados; longitud del limbo: 7,4-1,3 cm; anchura máxima del limbo: 4,2-0,9 cm; distancia de la zona de máxima anchura

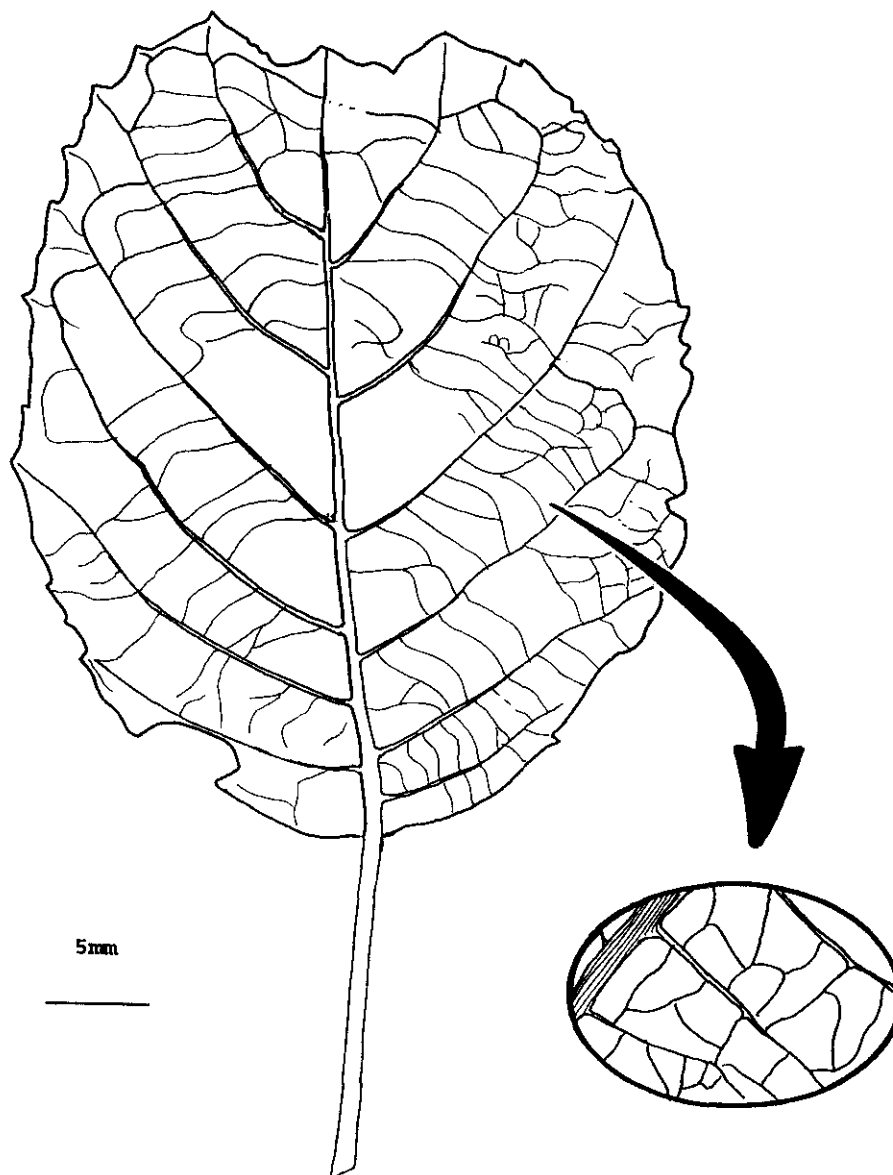


Fig. 39. *Alnus occidentalis* MNCNV-4371

a la base del limbo: 3,5-0,6 cm; ápice agudo, acuminado (Fig. 38b) o emarginado, en algunas ocasiones aparece emarginado con acumen la vez; base cuneada, obtusa o circular; margen aserrado irregularmente; dientes del margen atenuados en la zona basal; nerviación semilazada o curvipinnada simple; nervios secundarios en número de 4-6 pares, curvados abruptamente en su zona apical uniéndose con el nervio secundario inmediatamente superior; ramificaciones de los nervios secundarios en su parte apical, éstas terminan en los dientes del margen; ángulo de divergencia de $\approx 45^\circ$, siendo $>45^\circ$ en la zona más basal; presencia ocasional de nervios intersecundarios; nerviación terciaria percurrente con curso derecho y ahorquillado y formando ángulos rectos con los nervios secundarios; nerviación de rango inferior reticulada ortogonalmente formando areolas poligonales bien desarrolladas.

Amentos femeninos esféricos o algo piriformes (Fig. 38c; Lám. XIV, fig. 12), con aspecto de pequeñas piñas, se colectan agrupados en conjuntos de 2 ó 3 ejemplares o aislados; seguramente se encontraban fuertemente lignificados; diámetro: 2-1,1 cm; pedúnculo largo (hasta 5 cm); escamas subdeltoideas, engrosadas en su ápice.

Amentos masculinos pedunculados, alargados y cilíndricos (Fig. 38a; Lám. XIV, fig. 11); longitud: 5-4 cm; anchura: 0,6-0,3 cm; longitud del pedúnculo: 0,7-0,2 cm; amentos más delgados hacia la parte apical; tanto en su zona apical como en su zona basal parecen redondeados; se encuentran cubiertos de escamas aovadas, gruesas, imbricadas, quizás dispuestas helicoidalmente; estambres con anteras indivisas.

Observaciones

Esta especie fue descrita por RÉROLLE (1884-1885), basándose en impresiones de restos foliares y amentos femeninos que, como ya hemos indicado, no se encuentran en conexión orgánica. En este trabajo se describen por primera vez en la Cerdaña amentos masculinos, los cuales tampoco se encuentran en conexión orgánica con los demás restos obtenidos. Se han asignado todos estos ejemplares a *A. occidentalis* ya que en los afloramientos de la Cerdaña no se ha hallado otra especie de aliso.

RÉROLLE (1884-1885), tras describir los restos foliares, expresó que variaban mucho de forma y dimensiones. Más adelante MENÉNDEZ AMOR (1951, 1955), SANZ DE SIRIA (1974, 1977, 1980a), ÁLVAREZ RAMIS (1981) y ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE (1981), sin tener en cuenta la apreciación de RÉROLLE, citan de forma errónea en la Cerdaña las especies *A. ducalis* Gaud., *A. gracilis* Ung., *A. kefersteinii* (Goepp.) Ung., *A. prisca* Sap.,

A. rotundata Goepp. y *A. stenophylla* Sap. et Mar., a partir de ejemplares asignables a la especie que estamos estudiando.

RÉROLLE (1884-1885), describió a partir de un resto foliar de *A. occidentalis* la nueva especie *Quercus denticulata*, que consecuentemente, no debe considerarse válida desde un punto de vista taxonómico. Un resto foliar semejante al figurado por el autor anteriormente mencionado como *Q. denticulata* es el MNCNV-4360 (Lám. XIV, fig. 7).

MENÉNDEZ AMOR (1955), citó de forma errónea a partir de restos foliares de *A. occidentalis* los taxones: *Cotoneaster* sp., *Populus mutabilis* Heer, *Populus primigenia* Sap. y *Zanthoxylon juglandinum* Al. Br.; y a partir de un estróbilo femenino *Ulmus braunii* Heer.

Especies de alisos fósiles con alguna semejanza a la especie que nos ocupa son:

- *A. acutidens* Boul., especie descrita a partir de restos foliares deteriorados (ninguno conserva el ápice) procedentes del Plaisanciense de Thèziers (BOULAY, 1890). Esta especie presenta una nerviación semejante a la de *A. occidentalis*.

- *A. stenophylla* Sap. & Mar. del Mioceno Superior y Plioceno de Joursac, Vacquieres y Thèzier (MARTY, 1903). Se diferencia de *A. occidentalis* por presentar el ápice a la vez emarginado y acuminado. Esta especie según KNOBLOCH (1969), debe ser considerada sinónima de *A. ducalis* (Gaud.) Knobloch.

RÉROLLE (1884-1885), señala que *A. occidentalis* debería relacionarse con *A. sporadum* Ung. y *A. sporadum* var. *phocæensis* Sap. Tras estudiar los restos foliares y los amentos femeninos colectados en la Cerdaña llegamos a la conclusión de que esta apreciación no es válida, ya que las dos especies anteriormente citadas presentan amentos femeninos muy grandes, y hojas con dientes del margen regularmente dispuestos, 8-12 pares de nervios secundarios y peciolo más corto que la especie ceretana (SAPORTA, 1867, 1891).

Algún ejemplar asignable a *A. rotundata* Goepp., podría compararse a la especie que nos ocupa, pero usualmente ésta se encuentra con hojas lanceoladas (HANTKE, 1954).

A diferencia de RÉROLLE (1884-1885) y de MENÉNDEZ AMOR (1955), que encuentran semejanzas entre *A. occidentalis* y la especie actual *A. cordata* Desf., hemos observado que estas especies desde un punto de vista morfológico no tienen nada en común pues la actual presenta hojas pseudocoriáceas, dentición marginal regular y amentos femeninos de gran tamaño, características que no posee la especie de la Cerdaña. *A. occidentalis* ha sido también comparada con la especie actual *A. glutinosa* (L.) Gaertn. Hay que destacar que presentan semejanzas en los estróbilos ya que parecen tener el mismo tamaño y estructura,

pero no en sus hojas, ya que la especie actual, a diferencia de *A. occidentalis*, presenta un alto número de nervios secundarios y una nerviación rectipinnada.

Pensamos que *A. occidentalis* se encuentra estrechamente relacionado con algunas de las especies de alisos que habitan hoy en día Asia Menor, destacando a *A. orientalis* Dec. y muy especialmente a *A. barbata* C. A. Mey., la cual posee amentos y morfologías foliares idénticas a las de la especie que nos ocupa.

Distribución estratigráfica y geográfica

-**Vallesiense.** Seo de Urgel, Lérida, España (SANZ DE SIRIA, 1977); la Cerdaña, Lérida, España (RÉROLLE, 1884-1885).

***Betula insignis* Gaudin, 1858**

(Figs. 40 y 41; Lám. XV, fig. 1 y 2)

- * 1858 - *Betula insignis*, GAUDIN & STROZZI, pág. 39, lám. X, figs. 1-2.
- 1870-1872 - *Betula insignis*, SCHIMPER, pág. 572.
- 1884-1885 - *Betula speciosa*, RÉROLLE, págs. 187-191, lám. IV, figs. 1-3.
- 1945 - *Betula speciosa*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 344.
- 1950 - *Betula speciosa*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 160.
- 1951 - *Betula speciosa*, BATALLER, pág. 140.
- 1955 - *Betula speciosa*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 66-67.
- 1958 - *Betula macrophylla*, GRANGEON, págs. 49-50.
- 1977 - *Betula cuspidens*, SANZ DE SIRIA, pág. 26.
- 1980b - *Betula cuspidens*, SANZ DE SIRIA, pág. 10, lám. I, fig. 13a.
- 1981 - *Betula cuspidens*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 559.
- 1981 - *Betula prisca*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
- 1981 - *Betula speciosa*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
- 1981 - *Betula prisca*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, pág. 33.
- 1981 - *Betula speciosa*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, pág. 33.
- 1986 - *Betula insignis*, KNOBLOCH & VELITZELOS, págs. 12-13, lám. 7, figs. 1-4.
- 1987 - *Betula insignis*, KNOBLOCH & VELITZELOS, págs. 162-163, lám. I, fig. 1.

Material

Únicamente se han colectado 6 impresiones foliares en buen estado de conservación en los afloramientos de Beders, San Salvador y camino de Balltarga a Bor: CIQ-023, CV-2728, MNCNV-345, MNCNV-926, MNCNV-4503, MNCNV-4501.

Se han hallado un conjunto de 10 frutos como impresiones en excelente estado de conservación en todos los afloramientos con macroflora estudiados: MGBV-10262, MGBV-10271, MGBV-10279, MNCNV-3045, MNCNV-3096, MNCNV-4429, MNCNV-4492, MNCNV-4493, MNCNV-4494, MNCNV-4496.

Diagnosis sic. SCHIMPER, 1870-1872

Foliis magnis, membranaceis, late subcordato-ovatis, sat longe acuminatis, inæqualiter dentatis, dentibus acutis, majoribus nervis secundariis correspondentibus, minoribus nervis tertiariis, nervis secundariis utrinque circites 12, inferioribus oppositis, dubus infimis ramis extus marginem patentes emittentibus, cæteris solo apice, nervulis curvato-transversis.

Descripción del material

Hojas largamente pecioladas (pecíolo de 0,6-3,45 cm); forma elíptica lanceolada u ovada; longitud del limbo: 8-4 cm; anchura máxima del limbo: 7,2-2,56 cm; distancia de la zona de máxima anchura a la base del limbo: 3,05-1 cm; ápice de agudo a atenuado; base asimétrica, plana o redondeada; margen irregularmente aserrado, existiendo dientes más desarrollados en donde terminan los nervios secundarios; nerviación rectipinnada simple; 8-9

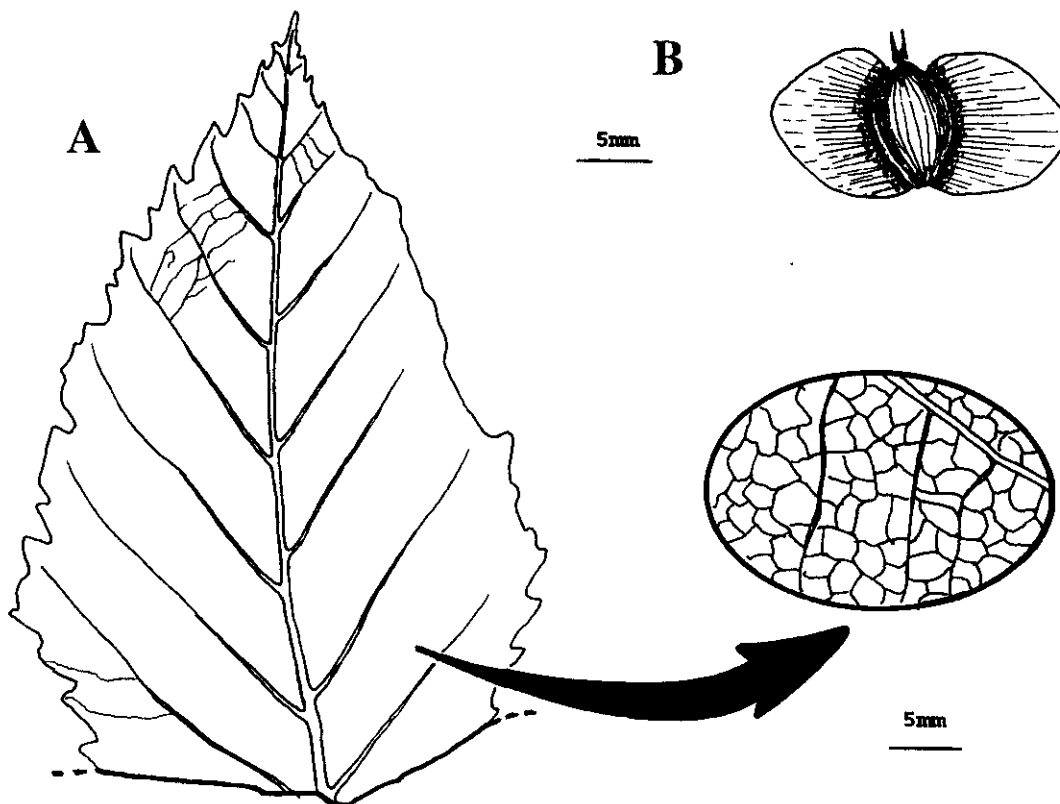


Fig. 40. *Betula insignis*:
A) MNCNV-4510 B) MNCNV-4492

pares de nervios secundarios con curso derecho, ramificándose en su ápice (las ramificaciones

acaban en los dientes de menor tamaño del margen); ángulo de divergencia de aproximadamente 45°; nervios terciarios percurrentes con curso derecho o ahorquillado, formando ángulos rectos con los nervios secundarios; nervios de menor rango reticulados ortogonalmente formando areolas poligonales bien desarrolladas.

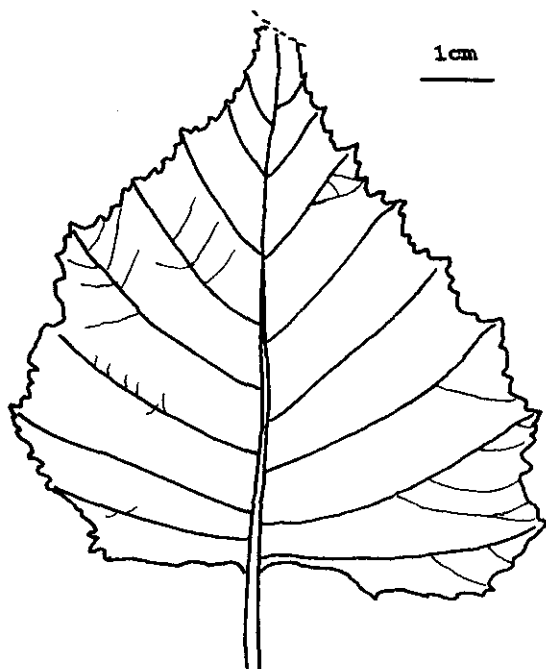


Fig. 41. *Betula insignis* CJK-023

Frutos bialados (Lám. XV, fig. 2), samaroideos, con 4,88-1,5 mm de longitud y 2-1,88 mm de anchura, coronados por estilos divergentes de 0,21 mm de longitud; semilla estrechamente ovoidea de menor o igual tamaño que las alas, de 2,21-1,5 mm de longitud por 1,25-1 mm de anchura; alas anchas de 1,8-1,79 mm, con pequeñas estriaciones más o menos paralelas que convergen en el fruto, usualmente una algo más ancha que la otra, o de igual tamaño, longitud de las alas usualmente igual a la del fruto.

Observaciones

RÉROLLE (1884-1885), describió a partir de impresiones de hojas y frutos que no se hallaron en conexión orgánica, una nueva especie de abedul que relacionó con la especie del Himalaya *B. ulmifolia* Sieb. & Zucc., denominándola *B. speciosa*.

Los caracteres foliares diferenciales de esta especie son: peciolo largo, existencia de hojas con forma redondeada y denticulación del margen fuerte, faltando en la base. Sin embargo tanto RÉROLLE (1884-1885), como nosotros, hemos hallado ejemplares lanceolados y elípticos. Según MARTY (1903), ésto se debe a un manifiesto polimorfismo foliar que presenta el género.

RÉROLLE (1884-1885), dice que la especie descrita por él en el Mioceno Superior de la Cerdaña, se distingue bien de la especie de Armissant *B. dryadum* Brgt., por las características anteriormente mencionadas. Sin embargo, MENÉNDEZ AMOR (1955), considera a *B. speciosa* sin validez taxonómica, considerándola sinónima de *B. dryadum*, al opinar que la morfología foliar de esta especie es idéntica a la de los ejemplares ceretanos.

Esta autora cita otras tres especies en la Cerdaña a partir de restos foliares indeterminables o asignables a otros taxones.

B. dryadum parece no tener tampoco valor taxonómico, ya que bajo esta denominación en principio se describieron frutos procedentes de Armissant, y más adelante restos foliares de muy diferentes morfologías.

Tras el estudio de los tres restos foliares encontrados por nosotros en los afloramientos de la Cerdaña, hemos de destacar que no se ha hallado ningún ejemplar largamente peciolado, quizás el peciolo de éstos se encuentre roto. Tampoco nuestros ejemplares presentan un limbo redondeado, y su forma oval y lanceolada recuerda a las especies: *B. eliptica* Sap., de Manosque y Bois d'Asson (SAPORTA, 1867), aunque esta especie presenta un peciolo muy largo y forma estrecha lanceolada, y sobre todo a *B. insignis* de Armissant, Charay y Val'd Arno (Francia)(GRANGEON, 1958) y Likudi (Grecia) (KNOBLOCH & VELITZELOS, 1986, 1987), especie idéntica a la hallada en la Cerdaña. Por lo cual, pensamos que los restos foliares asignables al género *Betula* que se colectan en los afloramientos ceretanos deben ser asignados a la última especie mencionada, siendo *B. speciosa* sinónima de ella.

Debemos señalar que SANZ DE SIRIA (1980a), cita en nomenclatura abierta un resto foliar asignable al género *Betula* procedente de la mina de Sanavastre, que quizás pudiera ser relacionado con la especie que nos ocupa.

Los frutos colectados aparecen en mucha mayor proporción que las hojas, siendo abundantes en algunos afloramientos como el de San Salvador, torrente de Vilella y barranco de Salanca. Éstos son idénticos a los descritos bajo diferentes denominaciones por UNGER (1847), en Bilin (Bohemia), GRANGEON (1958), en Charay y GIVULESCU & OLOS (1973), en Chiuzbaia (Transilvania). Pensamos, al igual que RÉROLLE (1884-1885), que pudieran ser los frutos de la especie descrita a partir de los restos foliares, por lo cual los hemos incluido en ella.

Esta es la primera vez que se cita *B. insignis* en el Vallesiense de la Cerdaña y en el conjunto del Terciario peninsular.

Distribución estratigráfica y geográfica

-Aquitaniense. Armissant, Francia (SCHIMPER, 1870-1872).

-Vallesiense. Seo de Urgel, Lérida, España (SANZ DE SIRIA, 1977), la Cerdaña, Lérida, España.

-Pontiense. Mont Charay, Ardèche, Francia (GRANGEON, 1958).

-Mioceno Superior. Likudi, Grecia (KNOBLOCH & VELITZELOS, 1986).

***Carpinus grandis* Unger, 1850 emend. Heer, 1856**

(Fig. 42; Lám. XIV, fig. 1)

- 1850 - *Carpinus grandis*, UNGER, págs. 408-409.
- 1855 - *Carpinus* sp., GOEPPERT, págs. 19-20, lám. V, figs. 4-6.
- * 1856 - *Carpinus grandis*, HEER, págs. 40-42, lám. LXII, figs. 12-13, 15-15b.
- 1856 - *Carpinus producta*, KOVÁTS, págs. 24, lám. IV, fig. 5.
- 1859 - *Carpinus ovidii*, MASSALONGO & SCARABELLI, pág. 210, lám. XVIII, fig. 9.
- 1867 - *Carpinus grandis*, STUR, págs. 157-158, lám. IV, fig. 3.
- 1870-1872 - *Carpinus grandis*, SCHIMPER, págs. 589-591.
- 1891 - *Carpinus cuspidata*, SAPORTA, lám. VIII, fig. 15.
- 1903 - *Carpinus betulus*, MARTY, págs. 30-31, lám. IV, figs. 18-21.
- 1903 - *Carpinus pyramidalis*, MARTY, págs. 28-29, lám. IV, fig. 3.
- 1923 - *Carpinus betulus* L. *fossilis*, LAURENT & MARTY, págs. 31-32, lám. X, figs. 2-3.
- 1936 - *Carpinus betulus*, MARTY & GLANGEAUD, pág. 22, lám. A, figs. 13-14.
- 1939 - *Carpinus betulus* L. *fossilis*, MÁDLER, págs. 77-78, lám. 7, fig. 15.
- 1951 - *Carpinus betulus*, GRANGEON, pág. 80, pl-text. II, figs. 1, 3-4.
- 1958 - *Carpinus grandis*, JENTYS-SZAFEROWA, págs. 12-18, figs. 3-7, lám. I, figs. 12-13, lám. II, figs. A-F.
- 1959 - *Carpinus grandis*, ANDREÁNSZKY, pág. 89, lám. XXI, fig. 7.
- 1969 - *Carpinus grandis*, KNOBLOCH, págs. 78-79, fig. 182, lám. XXXV, fig. 7.
- 1973 - *Carpinus* sp. ex gr. *betulus*, GIVULESCU & OLOS, pág. 48, lám. XVIII, fig. 1-5; lám. XIX, fig. 14; lám. XX, fig. 12-31.
- 1978 - Type *Carpinus betulus*, ROIRON & VERNET, pág. 805-808, fig. 4 (2-9), fig. 5 (1-8), lám. I, figs. 1-2, 7.
- 1979 - *Carpinus betulus*, BALLESTIO et al., pág. 248, text-fig. 13, lám. I, fig. 20.
- 1980 - *Carpinus betulus*, BALDUZZI et al., pág. 5, lám. I, fig. 10.
- 1981 - *Carpinus betulus pliocenica*, ROIRON, págs. 29-35, lám. I, figs. 9-10.
- 1983 - *Carpinus betulus*, ROIRON, pág. 643, fig. 3, n° 10.
- 1990 - *Carpinus* sp. ex gr. *C. betulus*, GIVULESCU, págs. 67-68, lám. 4, fig. 1, lám. 28, figs. 11-12, lám. 35, fig. 3.
- 1991 - *Carpinus grandis*, HUMMEL, págs. 94-99, fig. 12, lám. 13, figs. 4, 4a, 6.

Material

Se ha estudiado un sólo ejemplar como compresión sin cutícula preservada. Éste fue colectado en el afloramiento del riu de Santa María, encontrándose en mal estado de conservación: MNCNV-s/n.

Diagnosis emend. sic HEER, 1856

C. foliis ellipticis, ovato-ellipticis et ovato-lanceolatis, argute duplicato-serratis, nervis secundariis 12-20, strictis parallelis.

Descripción de material

Involucro tricuspido con el lóbulo central muy desarrollado (1,8 cm de longitud por 0,86 cm de anchura). Se encuentra muy deteriorado y sólo conserva un lóbulo lateral de 0,8 mm, donde no ha quedado preservada la nerviación; márgenes del involucro lisos; ápice del

lóbulo central redondeado; nerviación posiblemente actinomorfa; nervio central del lóbulo medio robusto y de él salen nervios secundarios formando ángulos rectos y desarrollándose de forma broquiódroma; nerviación marginal formando lazos; nerviación de rango inferior reticulada al azar.

Observaciones

C. grandis es una especie parataxónica que engloba todos los restos morfológicamente idénticos a la especie actual *C. betulus*. En este trabajo sólo consideramos un fragmento de involucro, ya que las características de los restos foliares hallados no permiten su asignación a esta especie. Esta es la primera vez que se indica la presencia de *C. grandis* en el Mioceno Superior de la Cerdaña a partir de un involucro. Ésta también es la primera vez que se cita en la depresión ceretana a esta especie de una forma fidedigna, ya que anteriormente lo había sido a partir de restos foliares que podían ser asignados a otros taxones.

Existe registro paleontológico de este tipo de involucro desde el Oligoceno superior (Bérard, Norte de Bohemia) hasta el Cuaternario (ROIRON & VERNET, 1978; ROIRON, 1981; FOLLIERI, 1979). Parece lógico pensar que esta especie diera lugar a la actual *C. betulus* L.

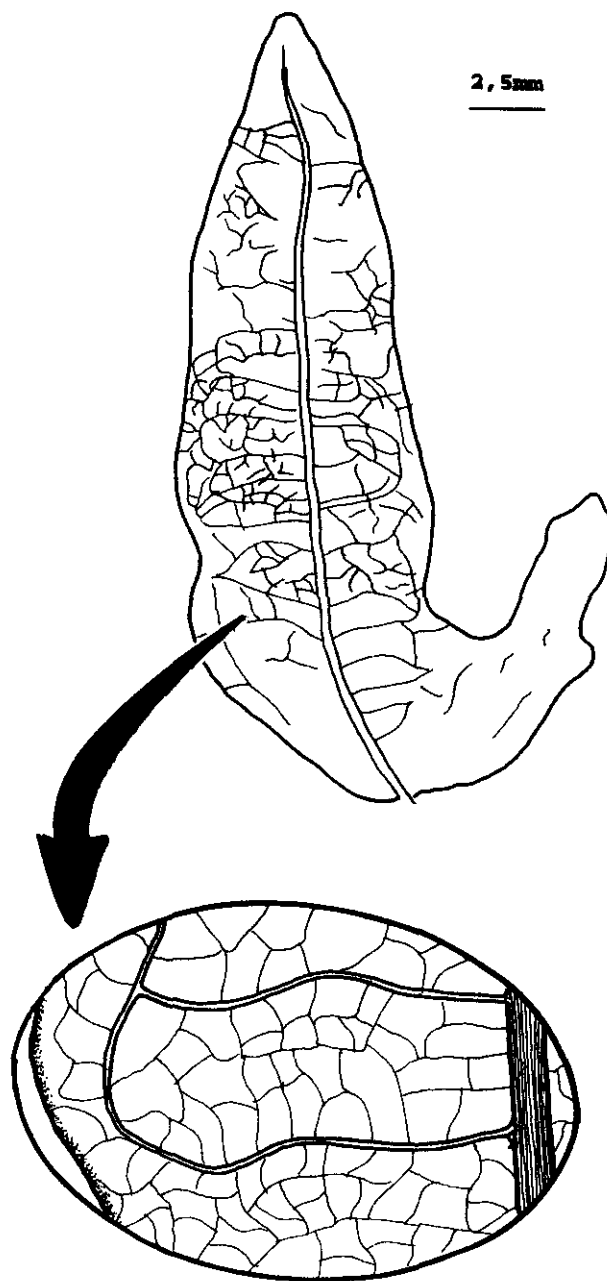


Fig. 42. *Carpinus grandis* MNCNV s/n

Distribución estratigráfica y geográfica

- Chatiense.** Monod, Suiza (HEER, 1956).
 - Oligoceno superior.** Bérard, Norte de Bohemia, Checoslovaquia (ROIRON & VERNET, 1978).
 - Aquitaniense.** Eriz, Suiza (HEER, 1856).
 - Mioceno Inferior.** Zschipkau, Basse Lusace, Senftenberg, Alemania (ROIRON & VERNET, 1978).
 - Mioceno Medio.** Zalesce, Polonia; Saly, Hungría; Leoben, Alemania; Thalheim, Transylvania, Rumanía (ROIRON & VERNET, 1978).
 - Sarmatiense.** Erdöbénye, Hungría (ANDREÁNSZKY, 1959).
 - Vallesiense.** la Cerdaña, Lérida, España.
 - Messiniense.** Senigalia, Italia (MASSALONGO & SCARABELLI, 1859); Carbonara Scrivia, Italia (BALDUZZI et al., 1980).
 - Pontiense.** La Bourboule, Puy-de-Dôme, Francia (MARTY & GLANGEAUD, 1936); Joursac, Cantal, Francia (MARTY, 1903).
 - Pannoniense.** Moravská Nová Ves, Checoslovaquia (KNOBLOCH, 1969); Chiuzbaia, Rumanía (GIVULESCU, 1990).
 - Mioceno Superior.** Schossnitz, Silesia, Polonia (GOEPPERT, 1855); Sosnica, Wroclaw, Polonia (ŁANCUCKA-SRODONIOWA et al., 1981); Arjuzanx, Las Landas, Francia (ROIRON & VERNET, 1978).
 - Plioceno Inferior.** Viena, Austria; Schossnitz, Silesia, Checoslovaquia; Varennes, Puy-de-Dôme, Francia (ROIRON & VERNET, 1978).
 - Plioceno medio.** Kroscienko, Polonia (ROIRON & VERNET, 1978).
 - Plaisanciense.** Saint-Marcel y Théziers, Valle del Ródano, Francia (DEPAPE, 1922); Reuver, Holanda (LAURENT & MARTY, 1923).
- Además *C. grandis* se encuentra citado en el Plioceno de: Frankfurt am Main, Alemania (MÄDLER, 1939); Rasteau, Vaison-la-Romaine, Vaucluse, Francia (BALLESIO et al., 1979); Pichegu, Saint-Gilles, Gard, Francia (ROIRON, 1981).
- Plio-Pleistoceno.** Crespià, Gerona, España (ROIRON, 1983).
 - Villafranquiense.** Ceyssac, Cantal, Francia (GRANGEON, 1951).

***Carpinus neilreichii* Kováts, 1856**

(Fig. 43; Lám. XVI, fig. 2)

- * 1856 - *Carpinus neilreichii*, KOVÁTS, pág. 23-24, lám. IV, figs. 1-2.
1863 - *Carpinus cuspidata*, SAPORTA, págs. 50-51, lám. IV, fig. 7b-c.
1867 - *Carpinus neilreichii*, STUR, pág. 159.
1870-1872 - *Carpinus neilreichii*, SCHIMPER, págs. 594.
1884-1885 - *Carpinus grandis*, RÉROLLE, págs. 257-258, lám. IV, fig. 10.
1887 - *Carpinus neilreichii*, BOULAY, pág. 16.
1891 - *Carpinus heeri*, SAPORTA, págs. 56-57, lám. XV, fig. 6.
1891 - *Carpinus cuspidata*, SAPORTA, lám. VIII, figs. 12-14, 16.
1892 - *Carpinus orientalis*, BOULAY, págs. 56-57, lám. III, figs. 5-7.
1903 - *Carpinus orientalis*, MARTY, págs. 29-30, lám. IV, figs. 5-6.
1953 - *Carpinus orientalis*, GRANGEON, pág. 310, text-lám. I, figs. 16-18.
1958 - *Carpinus orientalis*, GRANGEON, págs. 67, lám.-text. V, figs. 14-16.
1958 - *Carpinus neilreichii*, JENTYS-SZAFEROWA, pág. 22, figs. N3-N5, lám. II, fig. 6.
1959 - *Carpinus neilreichii*, ANDREÁNSZKY, pág. 90, lám. XXII, figs. 7-8.
1963 - *Carpinus orientalis*, TRALAU, pág. 60.
1969 - *Carpinus kisseri*, KNOBLOCH, págs. 77-78, fig. 179-181, lám. XXXIII, fig. 3; lám. XXXV, figs. 3,6.
1973 - *Carpinus* sp. ex gr. *orientalis*, GIVULESCU & OLOS, págs. 48-49, lám. XVIII, fig. 8, 10-12; lám. XX, fig. 42-60.
1976 - *Carpinus orientalis*, ILDEFONSE et al., pág. 700.
1978 - Type *Carpinus orientalis*, ROIRON & VERNET, págs. 808-810, fig. 7 (5-13), fig. 8 (1-10), lám. 1, figs. 3-6.
1979 - *Carpinus orientalis*, BALLESTIO et al., pág. 249, text-fig. 14, lám. 2, figs. 14-16.
1981 - *Carpinus* cf. *neilreichii*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
1981 - *Carpinus* cf. *neilreichii*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, pág. 33.
1981 - *Carpinus orientalis*, ROIRON, págs. 29-31, 34-35, lám. I, figs. 7-8.
1981 - *Carpinus kisseri*, UNGER, pág. 54, lám. 10, fig. 233.
1983 - *Carpinus orientalis*, ROIRON, pág. 693, fig. 3, n° 7-9.
1989 - *Carpinus neilreichii* group, PAMALAREV, pág. 97.
1990 - *Carpinus* sp. ex gr. *C. orientalis*, GIVULESCU, págs. 69-70, lám. 4, fig. 3, lám. 26, fig. 13, lám. 27, figs. 8, 11.

Material

Un sólo involucro, preservado como impresión, muy deteriorado, procedente del afloramiento de Beders: MNCNV-4509.

Diagnosis original (KOVÁTS, 1856)

C. involucro fructifero ovato, inaequaliter serrato, subangulato, indiviso, nervis majoribus sub. 7 validis e puncto baseos radiatim ortis, nervis secundariis transversim reticulatis, nucula ovata. Longit. 1½-2½ centim., latit. 1-1½ centim.; nukul. circ. 4 millim. Foliis ovato-oblongis acutis, membranaceis acute serrulatis, nervis secundariis sub angulo 40-50° ortis simplicibus rectis in marginem exeuntibus. Longit. circ. 4 cent., latit. 2 centm.

Descripción del material

Involucro fragmentado que conserva 6x6,6 mm de su parte inferior. De la zona más basal de este fragmento, parten de forma radial 8 nervios. Existe una nerviación de rango inferior que se dispone entre estos 8 nervios, reticulada ortogonalmente.

Observaciones

La especie *C. neilreichii* fue señalada por RÉROLLE (1884-1885), en la Cerdaña a partir de involucros que incluyó junto con un conjunto de hojas dentro de la especie *C. grandis*, que como hemos indicado anteriormente, debe compararse con *C. betulus*.

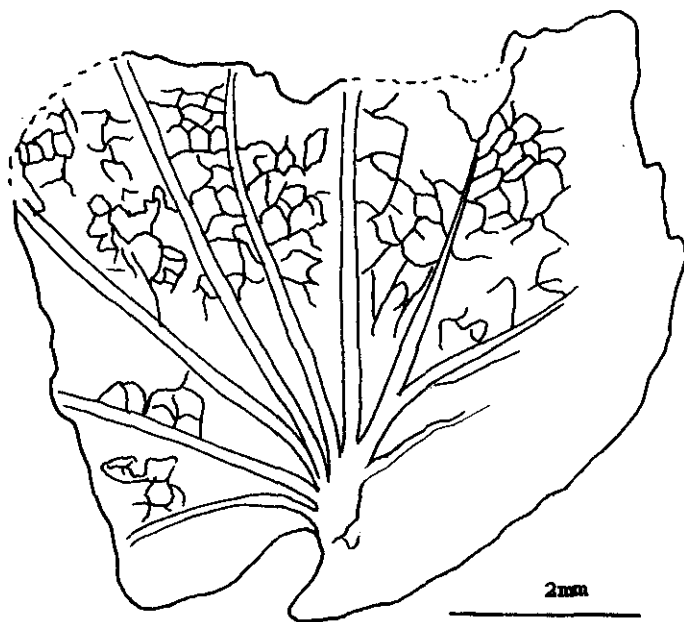


Fig. 43. *Carpinus neilreichii* MNCNV-4509

Posteriormente ÁLVAREZ RAMIS (1981) y ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE (1981), mencionan con duda esta especie sin indicar qué tipo de resto analizan. Estos datos fueron posteriormente recogidos por KNOBLOCH (1992).

C. neilreichii es una especie parataxónica que engloba restos macroscópicos morfológicamente comparables con la especie actual *C. orientalis*.

En la Península Ibérica hay datos de *C. cf. orientalis* a partir de macrorrestos en el Aragoniense inferior de la región de Lisboa-Almada y en el Vallesiense de la Cuenca de Ribatejo (PAIS, 1986), pero sin indicar qué tipo de resto fue colectado. Esta es la primera cita de *C. neilreichii* en el Vallesiense de la Cerdaña y en el conjunto del Terciario español.

Existen datos de la presencia de *C. neilreichii* a partir de sus involucros desde el Oligoceno inferior hasta el Pleistoceno Superior (ROIRON & VERNET, 1978; ROIRON, 1981). Parece ser que esta especie dio lugar a la actual *C. orientalis*.

Distribución estratigráfica y geográfica

- Estampiense.** Saint Zacharie y Saint Jean de Gargier, Var, Francia (SAPORTA, 1863).
- Oligoceno superior.** Bérand, Norte de Bohemia, Checoslovaquia (ROIRON & VERNET, 1978).
- Aquitaniense.** Bois d'Asson, Manosque, Francia (SAPORTA, 1891).
- Burdigaliense.** Viena, Austria (BALLESIO et al., 1979).

- Mioceno Medio.** Wieliczka, Polonia (ROIRON & VERNET, 1978).
 - Sarmatiense.** Erdöbénye y Tállya, Hungría (ANDREÁNSZKY, 1959). -**Vallesiense.** La Cerdaña, Lérida, España.
 - Pontiense.** Charay, Gourgouras, Privas y Rochessauve, Ardèche, Francia (BOULAY, 1887; GRANGEON, 1953); Joursac, Cantal, Francia (MARTY, 1903).
 - Pannoniense.** Baviera, Alemania (UNGER, 1983); Moravská Nová Ves, Checoslovaquia (KNOBLOCH, 1969); Chiuzbaia, Rumanía (GIVULESCU, 1990).
 - Mioceno Superior.** Arjuzanx, Las Landas, Francia; Shang-Wang, Chan-tong, China (ROIRON & VERNET, 1978).
 - Mio-Plioceno.** Mociar, Checoslovaquia; Maramurer, Rumanía (BALLESIO et al., 1979).
 - Plaisanciense.** Varennes-lac-Chambon, Puy-de-Dôme, Francia; Pas-de-la-Mougudo, Cantal, Francia; Saint-Marcel y Théziers, Valle del Ródano, Francia (DEPAPE, 1922; GRANGEON, 1953).
- Además *C. neilreichii* se encuentra citado en el Plioceno de: Rasteau, Vaison-la-Romaine, Vaucluse, Francia (BALLESIO et al., 1979); Pichegu, Saint-Gilles, Gard, Francia (ROIRON, 1981).
- Plio-Pleistoceno.** Crespià, Gerona, España (ROIRON, 1983); Bernasso y Grandes Causses, Massif de l'Escandorgue, Lunas, Hérault (ILDEFONSE et al., 1976; VERNET, 1981).
 - Villafranquiense.** Ceyssac, Francia (SAPORTA, 1873).

Además PAMALAREV (1989) citó *C. neilreichii* en el Oligoceno, Mioceno y Plioceno de Bulgaria, Grecia, Georgia, Moldavia y Ucrania.

Corylus sp.

(Lám. XV, fig. 4)

Material

Se trata de dos involucros preservados como impresiones en buen estado de conservación que se han colectado en el afloramiento de Coll de Saig: CIQ-006 y CIQ-007.

Descripción del material

Involucros preservados con la zona de abertura por donde se libera el fruto perpendicular al plano de exfoliación del sedimento; ≈2,5 cm de diámetro; la forma de estos ejemplares seguramente fue campanulada o urceolada; borde irregularente dentado o laciniado,

algunas de estas lacinias miden hasta 3 cm de longitud, encontrándose recorridas longitudinalmente por nerviaciones; diámetro de la zona en donde se situaba la nuez: 1 cm.

Observaciones

Este tipo de involucro es típico de las distintas especies del género *Corylus*; siendo *C. colurna* L., especie actual de los Balcanes y Península de Anatolia, y *C. avellana* L., de Europa y Asia Menor. Desgraciadamente, la carencia de los detalles del fruto, que no se conserva, no nos permite relacionar con claridad a estos involucros con una especie u otra, aunque parece que está algo más relacionado con *C. colurna*.

Hasta el momento no hemos hallado ninguna especie fósil con las características descritas, sin embargo el exíguo número de ejemplares estudiados, así como la falta del fruto ya comentada, nos impide una descripción más precisa de los ejemplares. Por esta razón, citamos esta especie en nomenclatura abierta.

Es la primera vez que se cita al género *Corylus* a partir de restos macroscópicos en el Mioceno Superior de la Cerdaña y en el conjunto del Terciario ibérico.

Ostrya sp.

(Fig. 44; Lám. XVI, figs. 3 y 4)

Material

Se han hallado únicamente dos ejemplares. Se trata de dos involucros, uno de ellos con fruto, preservados como impresiones y hallándose en estado de conservación regular. El espécimen que no presenta fruto fue colectado en el afloramiento del torrente de Vilella (MNCNV-4512); el otro, en el del barranco de Salanca (MNCNV-4491).

Descripción del material

Involucros elípticos; zona basal redondeada; longitud del involucro: 2,4-0,53 cm; anchura máxima de los involucros: 5-2,4 mm; zona apical no preservada por rotura; márgenes lisos u ondulados; nacimiento de la nerviación en la zona más basal del involucro; aparición de los nervios en grupos de 2, 3 o aislados, dicotomizándose o ramificándose en su recorrido; curso de los nervios y sus ramificaciones casi paralelo recorriendo el involucro en toda su longitud (por rotura del ápice no podemos saber si estos nervios convergían en éste); en el ejemplar del barranco de Salanca aparecen unas ramificaciones perpendiculares a los nervios

que parecen unirlos; nerviación de rango inferior solamente observable en el ejemplar del barranco de Salanca, esta es reticulada al azar formando areolas cuadrangulares bien desarrolladas; fruto con forma piriforme de 2,4 mm de longitud por 1,3 mm de anchura, presentando su parte más redondeada hacia la base del involucro.

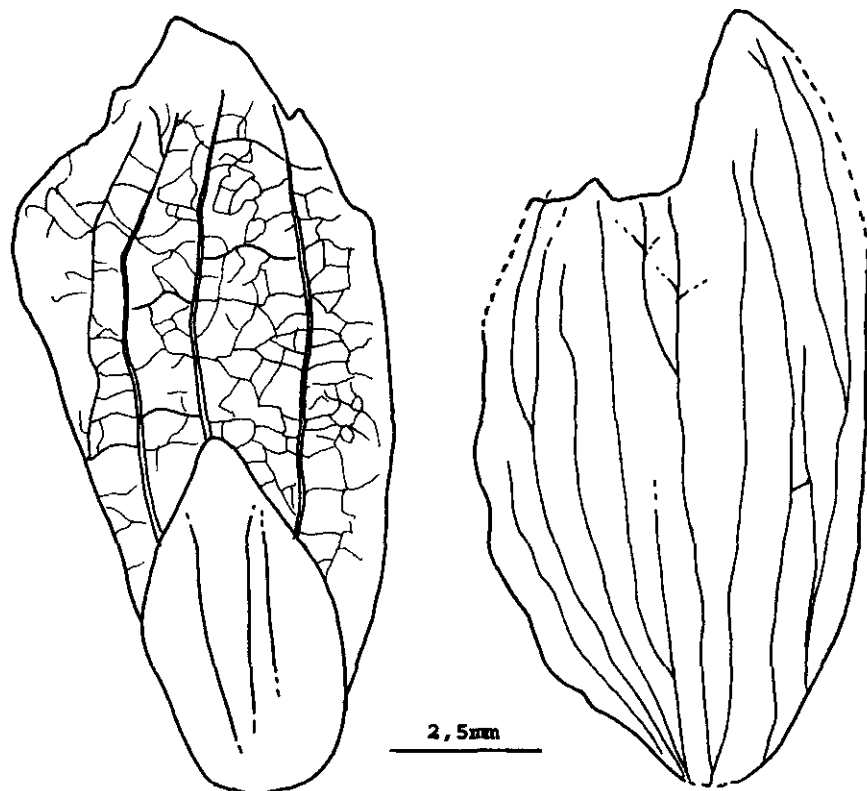


Fig. 44. *Ostrya* sp.:
A- MNCNV-4491
B- MNCNV-4512

Observaciones

El género *Ostrya* ha sido señalado en el Mioceno Superior de la Cerdaña por varios autores (VILLALTA & CRUSAFONT, 1945; MENÉNDEZ AMOR, 1951, 1955; ÁLVAREZ RAMIS, 1981; ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, 1981), a partir de restos foliares que pudieran asignarse a otros géneros de dicotiledóneas. SANZ DE SIRIA (1977), señaló en el Mioceno Superior de la Seo de Urgel la especie *O. oehningensis* Heer, sin especificar si los restos por él hallados son hojas o involucros.

Los dos ejemplares hallados en los afloramientos miocenos de la Cerdaña, señalan sin lugar a dudas la presencia del género *Ostrya*, siendo la primera vez que se cita en esta región a partir de involucros, y también es la primera vez que se cita en la zona de estudio de forma fidedigna.

Los restos hallados por nosotros se encuentran en no muy buen estado de preservación, el ejemplar del barranco de Salanca presenta similitudes con los de Saint-Zacharie figurados por SAPORTA (1891), como *O. tenerrima*. Sin embargo, éstos últimos presentan mayor número de nervios y no conservan el fruto. PAMALAREV (1989), opina que los restos

asignables a *O. tenerrima* deben incluirse en el grupo de *O. kryshstofovichii* Baik., siendo su taxón actual equivalente *O. carpinifolia* Scop., del Este de Europa y Asia Oriental.

El ejemplar del torrente de Vilella también presenta similitudes con la especie anteriormente citada, aunque es más parecida a *O. atlantidis* Ung. Desgraciadamente, este ejemplar se encuentra roto, por lo que sólo podemos observar 9 nervios de los 12-15 que indicaba GRANGEON (1958). Del mismo modo, no conserva la nerviación más fina que es en *O. atlantidis* perpendicular a los nervios de mayor rango (GRANGEON, 1958; KNOBLOCH & VELITZELOS, 1986). SAPORTA (1981), relacionaba este tipo de involucro tanto con *O. carpinifolia*, como con *O. virginiana* Willd., del Este de Norteamérica; KNOBLOCH & VELITZELOS (1986) lo hacen con *O. carpinifolia*. Según GRANGEON (1958), los involucros de las especies actuales *O. carpinifolia*, y *O. virginiana*, son imposibles de distinguir. Es posible que durante el Neógeno en Europa existieran varias especies del género *Ostrya*, y que éstas fueran indistinguibles a partir de sus involucros, también sería posible que en Europa sólo hubiera habitado durante el Neógeno una especie que más tarde originara a *O. carpinifolia*.

Por todo ésto, y al no poseer un número mayor de ejemplares que nos permitan una comparación más fidedigna pensamos que los restos asignables al género *Ostrya* procedentes de los sedimentos miocenos de la Cerdaña, deben citarse en nomenclatura abierta.

Betulaceae

(Lám. XVI, fig. 5)

- 1956 - *Carpinus grandis*, HEER, págs. 40-42, lám. LXXI, fig. 1a-e; lám. LXXII, fig. 2-34; lám. LXXIII, fig. 2-4.
- 1859 - *Carpinus grandis*, MASSALONGO & SCARABELLI, págs. 208-209, lám. XXIV, fig. 5.
- 1863 - *Carpinus cuspidata*, SAPORTA, págs. 50-51, lám. V, figs. 7a.
- 1863 - *Ostrya tenerrima*, SAPORTA, pág. 49, lám. V, fig. 6a.
- 1865 - *Carpinus cuspidata*, SAPORTA, pág. 89.
- 1867 - *Carpinus grandis*, SAPORTA, pág. 64-65, lám. XV, figs. 1-2.
- 1868 - *Carpinus heeri*, ETTINGSHAUSEN, pág. 26.
- 1873 - *Carpinus suborientalis*, SAPORTA, págs. 219, 221, 224-226, 229, 231.
- 1878 - *Carpinus grandis*, HEER, págs. 34-36, lám. IV, fig. 4a, lám. V, figs. 11-13, lám. VIII, figs. 1-7, lám. IX, figs. 1-5.
- 1884-1885 - *Carpinus grandis*, RÉROLLE, págs. 257-258, lám. III, fig. 8; lám. IV, fig. 9.
- 1887 - *Carpinus pyramidalis*, BOULAY, pág. 15-16.
- 1887 - *Ostrya vivarensis*, BOULAY, pág. 16.
- 1890a - *Carpinus grandis*, BOULAY, pág. 40, lám. V, figs. 6-7.
- 1890b - *Carpinus grandis*, BOULAY, pág. 17.
- 1891 - *Carpinus cuspidata*, SAPORTA, lám. VIII, figs. 7-11.
- 1891 - *Carpinus heeri*, SAPORTA, págs. 56-57, lám. XV, figs. 1-6; lám. XX, fig. 11.
- 1891 - *Ostrya atlantidis*, SAPORTA, págs. 58-59, lám. XV, fig. 7-12.
- 1891 - *Ostrya tenerrima*, SAPORTA, págs. ????, lám. VIII, fig. 17.
- 1891 - *Carpinus grandis*, ZITTEL, págs. 409-410, fig. 261,1-2.
- 1891 - *Ostrya atlantidis*, ZITTEL, pág. 407, fig. 261, 9.
- 1892 - *Carpinus betulus*, BOULAY, págs. 55-56, lám. II, fig. 11.
- 1892 - *Carpinus orientalis*, BOULAY, págs. 56-57, lám. III, fig. 1.

- 1894 - *Carpinus grandis*, ALMERA, pág. 327.
- 1898 - *Carpinus grandis*, NEWBERRY, págs. 59-60, lám. LIV, fig. 3 in part, LV, fig. 6.
- 1903 - *Carpinus betulus*, MARTY, págs. 30-31, lám. IV, figs. 7-17.
- 1903 - *Carpinus grandis*, MARTY, págs. 31.
- 1903 - *Carpinus pyramidalis*, MARTY, págs. 28-29, lám. IV, fig. 12.
- 1903 - *Ostrya atlantidis*, MARTY, págs. 31-32, lám. V, figs. 1-2.
- 1904-1905 - *Carpinus suborientalis*, LAURENT, págs. 125-128, lám. IX, fig. 6; lám. X, fig. 3; lám. XI, figs. 7-8.
- 1908 - *Carpinus betulus*, LAURENT, pág. 35.
- 1922 - *Carpinus* aff. *betulus* et *Carpinus* aff. *orientalis*, DEPAPE, págs. 142-143, lám. III, fig. 3-7.
- 1923 - *Carpinus betulus* L. *fossilis*, LAURENT & MARTY, págs. 31-32, lám. X, fig. 1.
- 1932 - *Carpinus laxifolia*, DEPAPE, págs. 11-12, fig. 2g-k.
- 1936 - *Carpinus betulus*, MARTY & GLANGEAUD, pág. 22, lám. A, figs. 13-15; lám. D, fig. 1.
- 1939 - *Carpinus betulus* L. *fossilis*, MÁDLER, págs. 77-78., lám. 7, fig. 16.
- 1945 - *Carpinus grandis*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 344.
- 1945 - *Ostrya oehningensis*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 344, 347.
- 1950 - *Carpinus grandis*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 140.
- 1950 - *Ostrya oeningensis*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 160.
- 1951 - *Carpinus grandis*, BATALLER, pág. 140.
- 1951 - *Ostrya oeningensis*, BATALLER, pág. 140.
- 1951 - *Carpinus betulus*, GRANGEON, pág. 80, lám.-text. II, figs. 5-7.
- 1952b - *Carpinus grandis*, TEIXEIRA, págs. 55-56. est. X, figs. 1-6, est. XI, fig. 4, est. XII, fig. 1.
- 1953 - *Carpinus betulus*, ARAMBOURG et al., págs. 28-30, lám. II, fig. 6; lám. VI, figs. 2-5.
- 1953 - *Carpinus orientalis*, GRANGEON, pág. 130, text.-lám. I, figs. 15, 19-21.
- 1954 - *Carpinus grandis*, SUÑER, pág. 79.
- 1955 - *Carpinus grandis*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 70-71.
- 1955 - *Carpinus pyramidalis*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 71-72, lám. 23, fig. 4.
- 1955 - *Ostrya oehningensis*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 63-64, lám. XXIII, fig. 3.
- 1958 - *Carpinus suborientalis*, GRANGEON, pág. 63, 66-67, lám.-text. V, figs. 1-13, lám. I, figs. 6, 9-10.
- 1959 - *Carpinus grandis*, ANDREÁNSZKY, pág. 89, lám. XXI, figs. 6-7, lám. XXII, figs. 3, 5-6, lám. LXVI, fig. 2.
- 1966 - *Carpinus grandis*, ANDREÁNSZKY, págs. 42-46, figs. 28-30.
- 1969 - *Carpinus grandis*, KNOBLOCH, pág. 52, lám. XV, fig. 4; lám. XVI, fig. 3.
- 1972 - *Carpinus betulus*, VILLALTA & VICENTE, pág. 121, lám. I, figs. 8-9.
- 1973 - *Carpinus grandis*, GIVULESCU & OLOS, pág. 14.
- 1974 - *Carpinus grandis*, SANZ DE SIRIA, págs. 19-21, lám. I, fig. 1d.
- 1975 - *Carpinus grandis*, ÁLVAREZ RAMIS & FERNÁNDEZ MARRÓN, págs. 28-29, lám. 1, fig. 7.
- 1976 - *Carpinus suborientalis*, ILDEFONSE et al., pág. 700.
- 1977 - *Carpinus grandis*, SANZ DE SIRIA, pág. 26.
- 1977 - *Ostrya oehningensis*, SANZ DE SIRIA, pág. 26.
- 1978 - *Carpinus suborientalis*, ROIRON & VERNET, págs. 803-805, fig. 2 (3-7), lám. I, fig. 8-12.
- 1980 - *Carpinus grandis*, BALDUZZI et al., pág. 5, lám. I, fig. 8.
- 1980b - *Carpinus grandis*, SANZ DE SIRIA, pág. 11, lám. I, fig. 14a.
- 1980b - *Ostrya oeningensis*, SANZ DE SIRIA, págs. 10-11, lám. I, fig. 15a.
- 1981 - *Carpinus grandis*, ÁLVAREZ RAMIS, págs. 557, 559.
- 1981 - Aff. *Carpinus pyramidalis*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
- 1981 - *Ostrya oeningensis*, ÁLVAREZ RAMIS, págs. 557, 559.
- 1981 - *Carpinus grandis*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, pág. 33.
- 1981 - Aff. *Carpinus pyramidalis*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, pág. 33.
- 1981 - *Ostrya oeningensis*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, págs. 33, 36.
- 1981 - *Carpinus grandis*, ŁANCUCKA-SRODONIOWA et al., pág. 107, lám. 1, fig. 10.
- 1981 - *Carpinus suborientalis*, ROIRON, págs. 29, 31, 33, lám. I, fig. 5.
- 1981 - *Carpinus* cf. *betulus*, SANZ DE SIRIA, pág. 61.
- 1982 - *Carpinus* aff. *betulus*, SANZ DE SIRIA, pág. 6.
- 1983 - *Carpinus suborientalis*, ROIRON, págs. 691, 693, fig. 3, n° 2-6.
- 1983 - *Carpinus pyramidalis*, UNGER, pág. 54, lám. 2, fig. 49.
- 1988 - *Carpinus* cf. *grandis*, KNOBLOCH, pág. 12, lám. 9, fig. 9; lám. 10, fig. 3.
- 1988 - *Carpinus* (?) *kryštofovichii*, KNOBLOCH, págs. 11-12, lám. 2, fig. 1-3, 7; lám. 4, fig. 3-5; lám. 9, fig. 8.
- 1988 - *Ostrya* (?) *kvacekii*, KNOBLOCH, pág. 13, lám. 2, fig. 4; lám. 3, fig. 2; lám. 3, fig. 13; lám. 9, fig. 1,3.
- 1989 - *Carpinus* sp., MELLER, págs. 25-26, lám. 9, figs. 1-2.
- 1989 - *Ostrya*? sp. vel *Carpinus*? sp., MELLER, pág. 26, lám. 9, fig. 4.
- 1989 - *Carpinus grandis*, SITÁR et al., págs. 45, 49, lám. XXV, fig. 8; lám. XXIX, fig. 8.
- 1990 - *Carpinus grandis*, GIVULESCU, págs. 66-67, lám. 28, figs. 7-8, lám. 36, fig. 2.
- 1990 - *Carpinus suborientalis*, págs. 68-69, lám. 6, fig. 7, lám. 29, figs. 1,8.
- 1990 - *Ostrya* sp. aff. *O. virginiana*, págs. 73-74, lám. 29, figs. 9-10.
- 1990 - *Carpinus grandis*, STUCHLIK et al., fig. 12.6, 12.7, lám. XI, fig. 2.

Material

Se han estudiado 37 ejemplares foliares como impresiones y compresiones sin trazas cuticulares, por lo general en buen estado de conservación. Fueron colectados en los afloramientos de Beders, barranco de Salanca, Pedró, Coll de Saig y torrente de Vilella:

MGBG-A-47, MGBV-9774, MGBV-10489, MGSB-40437_{1,4}, MGSB-47029, MGSB-47032, MGSB-47037, MGSB-48138, MGSB-48150, MGSB-48167, MNCNV-313, MNCNV-347, MNCNV-709, MNCNV-734, MNCNV-756, MNCNV-787, MNCNV-846, MNCNV-870, MNCNV-1004, MNCNV-3045, MNCNV-4495, MNCNV-4497, MNCNV-4498, MNCNV-4499, MNCNV-4500, MNCNV-4501, MNCNV-4502, MNCNV-4504, MNCNV-4505, MNCNV-4506, MNCNV-4507, MNCNV-4508, MNCNV-4510, UCM-CBEDERS-27.

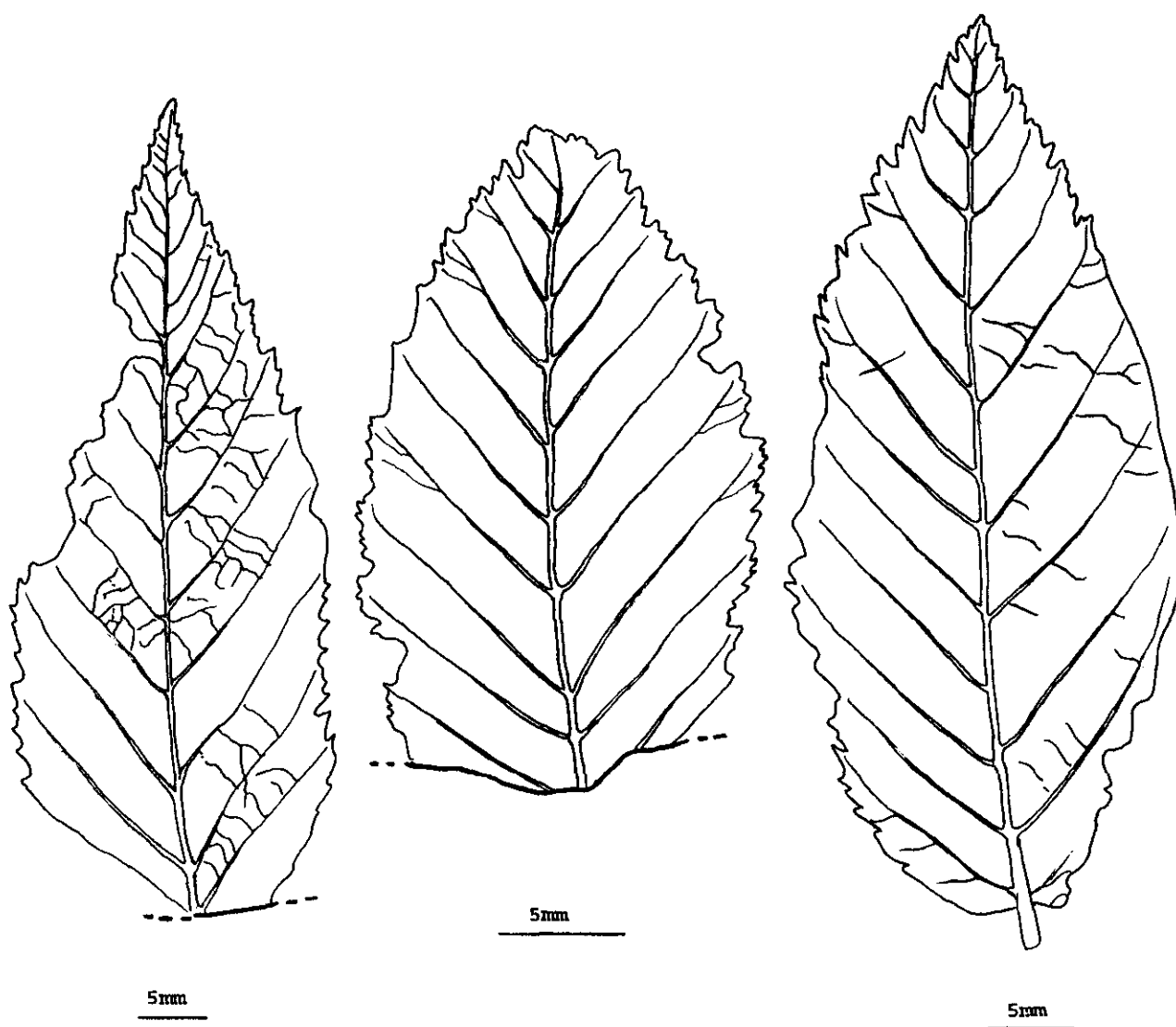


Fig. 45: Betulaceae:

A- MNCNV-4497. B- MNCNV-4506. C- MNCNV-4507

Descripción del material

Restos foliares cortamente peciolados (pecíolo: 0,77-0,9 cm); limbo lanceolado u ovado; longitud del limbo: 8,5-3 cm; anchura máxima del limbo: 4,84-1,6 cm; distancia de la zona de máxima anchura a la base del limbo: 3,3-1,1 cm; ápice agudo; base redondeada o algo cordada, a veces asimétrica; margen irregularmente aserrado, existiendo mayor número de dientes en el margen que nervios secundarios; nerviación rectipinnada simple; 13-18 pares de nervios secundarios de curso derecho con ramificaciones en su zona apical; ángulo de divergencia agudo moderado, siendo agudo estrecho o agudo ancho en el ápice del limbo y agudo ancho en la base en algunas ocasiones; presencia ocasional de nervios intersecundarios; nerviación terciaria percurrente con curso derecho o ahorquillado formando ángulos rectos con los nervios secundarios; nerviación de rango inferior reticulada ortogonalmente, formando areolas cuadrangulares bien desarrolladas.

Observaciones

Los restos foliares del tipo descrito han sido citados y figurados en numerosos yacimientos de Europa, del mismo modo lo han sido en el Mioceno de Asia Oriental (DEPAPE, 1932), en el Cuaternario del Norte de África (ARAMBOURG *et al.*, 1953) y en el Mioceno de Norte América (SMILEY *et al.*, 1975). Hojas semejantes a las aquí descritas lo fueron en el Mioceno Superior de Grecia como *Ostrya licudensis* Heer, presentando este tipo de resto foliar algunos ejemplares con nervios secundarios que se curvan de forma uniforme y presencia en el margen de dientes de segundo, tercer y hasta cuarto orden (KNOBLOCH & VELITZELOS, 1986, 1987), caracteres éstos no observados en nuestro especímenes.

Estudiando únicamente este tipo de resto foliar es imposible distinguir diferentes especies del género *Carpinus* según ZITTEL (1891), DEPAPE (1922), GRANGEON (1958) y ROIRON & VERNET (1978), ya que las hojas de sus especies son muy similares y varían de forma notable según las condiciones ambientales bajo las cuales se desarrollan.

ROIRON & VERNET (1978), expresaron que este tipo hoja es también idéntica a la de distintas especies de los géneros *Ostrya* y *Betula* y, asimismo, a los de *Acer carpinifolium* Sieb. & Zucc. Por esta razón, sin ninguna base a nuestro juicio, los reúnen dentro de la especie *C. suborientalis* Sap., la cual fue creada por SAPORTA (1873), para agrupar restos foliares de betuláceas que consideraba idénticos a la especie actual *C. orientalis*. Por nuestra

parte, hemos podido estudiar pliegos de herbario del género *Ostryopsis* que también poseen el mismo tipo foliar descrito.

En el Mioceno Superior de la Cerdaña se detectan a partir de sus involucros dos especies de *Carpinus* y una de *Ostrya*; a partir de sus restos foliares y sus frutos, una especie de abedul, y a partir de sus restos foliares y de sus sámaras, cuatro especies de arces. Estamos de acuerdo con ROIRON & VERNET (1978), en que el tipo de resto foliar descrito pudiera ser asignado a cualquiera de los taxones citados de la familia Betulaceae. Desgraciadamente, no hemos podido estudiar pliegos de herbario de la especie *A. carpinifolium* para poder corroborar lo expresado por los autores anteriores. Tampoco hemos encontrado figurada esta especie en ningún texto.

A falta de estudios anatómicos que nos ayuden a precisar concretamente su filiación, consideramos que este tipo foliar seguramente se puede relacionar al menos con tres de los taxones de Betulaceae descritas en la Cerdaña a partir de sus involucros (*C. grandis*, *C. neilreichii* y *Ostrya* sp.), por lo que pensamos que los ejemplares foliares estudiados deben ser atribuidos a la familia Betulaceae sin poder especificar a qué género en concreto.

Distribución estratigráfica y geográfica

-Eoceno?. Birch Bay, Washington, USA (NEWBERRY, 1898).

-Estampiense. Saint Zacharie, Var; Céreste, Basses Alpes; y Saint-Jean-de-Garguier, Cuenca de Marsella, Francia (SAPORTA, 1863, 1867, 1891).

-Chatiense. Valea Jiu, Conca Petrosani, Rumanía (GIVULESCU & OLOS, 1973); Hohe Rhonen, Monod, Rivad, Rochette, Rothenthurn y Waggins, Suiza; Sagor, Yugoslavia; Wetterau, Alemania (SANZ DE SIRIA, 1974).

-Oligoceno superior. Wind Brickyard, Hungría (ANDREÁNSZKY, 1966).

-Mioceno Inferior. Münnzenberg, Alemania (ÁLVAREZ RAMIS & FERNÁNDEZ MARRÓN, 1975); Wei-Tch'ang, China (DEPAPE, 1932).

-Aquitaniense. Radoboj, Yugoslavia (ÁLVAREZ RAMIS & FERNÁNDEZ MARRÓN, 1975); Eriz y Schangnau, Suiza; Fontgrande y Jujieu, Aubrac, Francia; Bois d'Asson y Valle de Mort-d'Imbert, Manosque, Francia (SAPORTA, 1867, 1891); Zsilthale, Hungría (SANZ DE SIRIA, 1974).

-Burdigaliense. Himmelsberg, Liebotitz, Seifhennersdorf y Senftenberg, Alemania (SANZ DE SIRIA, 1974).

- Mioceno Medio.** Talheim, Transilvania, Rumanía (STUR, 1867).
 - Sarmatiense.** Erdöbenyé, Tallya, Bánhováti, Felsőtárkány y Balaton, Hungría (ANDREÁNSZKY, 1959); Oehningen, Suiza (HEER, 1856).
 - Tortonense.** Opava, Von Mähren, Checoslovaquia (KNOBLOCH, 1969).
 - Vallesiense.** Spredlingen, Rheinhessen, Alemania (MELLER, 1989); Seo de Urgel, Lérida, España (SANZ DE SIRIA, 1977); la Cerdaña, Lérida, España.
 - Messiniense.** Senigalia y Carbonara Scrivia, Italia (MASSALONGO & SCARABELLI, 1859; BALDUZZI et al., 1980).
 - Pontiense.** Joursac, Cantal, Francia (MARTY, 1903); Gourgouras, Mont Charay y Privas, Ardèche, Francia (BOULAY, 1887; GRANGEON, 1953, 1958); La Bourboule, Puy-de-Dôme, Francia (MARTY & GANGLEAUD, 1936); Turín, Italia (SANZ DE SIRIA, 1974); Gleichenberg, Estiria, Austria (STUR, 1867).
 - Pannoniense.** Belchatów, Polonia (STUCHLIK et al., 1990); Baviera, Alemania (UNGER, 1983); Chiuzbaia, Rumanía (GIVULESCU, 1990).
 - Mioceno Superior.** Sosnica, Wroclaw, Polonia (LANCUCKA-SRODONIOWA et al., 1981); Pinicíná, Turquía (SITÁR et al., 1989); Frías, Burgos, España (ÁLVAREZ RAMIS & FERNÁNDEZ MARRÓN, 1975); La Bisbal, Bajo Ampurdám, España (SANZ DE SIRIA, 1981).
 - Pontiense-Senosiense.** Brickyard Aubenham, Ampfing, Baviera, Alemania (KNOBLOCH, 1988).
 - Plaisanciense.** Niac, Pas-de-la-Mougudo y Saint-Vicent-La Sabie, Cantal, Francia (LAURENT, 1904-1905, 1908); Varennes, Puy-de-Dôme, Francia (BOULAY, 1892); Thézières, Gard, Francia (BOULAY, 1890); Valle del Ródano, Francia (BOULAY, 1890); Siurana, Alto Ampurdám, España (SANZ DE SIRIA, 1982); Reuver, Holanda (LAURENT & MARTY, 1923); Torrente de Espluges y del Terme, Bajo Llogregat, España (ALMERA, 1894).
 - Plioceno Superior.** Hajnacka, Turquía (SITÁR et al., 1989).
- Además, este tipo de resto foliar se encuentra citado en el Plioceno de: Frakfurt am Main, Alemania (MÄDLER, 1939); Pichegu, Saint-Gilles, Gard, Francia (ROIIRON, 1981); Valle de Santarém, Portugal (TEIXEIRA, 1952b).
- Plio-Pleistoceno.** Bernasso y Grandes Causses, Massif de l'Escandorgue, Lunas, Hérault, Francia (ILDEFONSE et al., 1976); Crespiá, Gerona, España (ROIIRON, 1983).
 - Pleistoceno Inferior.** Maison Carrée, Argelia (ARAMBOURG et al., 1953).

-Villafranquiense. Ceyssac, Francia (GRANGEON, 1951).

Subclase Caryophyllidae

Orden Caryophyllales

Familias Amaranthaceae A. L. de Jussieu, 1789 y Chenopodiaceae Ventenat, 1799

Los primeros fósiles asignables a estas familias son palinomorfos del Maastrichtiense del Canadá, incluidos en la especie parataxónica: *Polyporina cribaria* Srivastava (MULLER, 1981). El registro polínico es abundante en el Mioceno de Europa, Turquía y Túnez. Hasta el momento no se han hallado macrorrestos asignables a estas dos familias.

La familia Amaranthaceae presenta en la actualidad una distribución cosmopolita, estando integrada por unos 65 géneros que engloban alrededor de 900 especies (HEYWOOD, 1985).

La familia Chenopodiaceae está constituida hoy en día por unos 100 géneros y 1.500 especies, hallándose ampliamente distribuida en suelos nitrófilos y en los biotopos salinos de las regiones templadas y subtropicales, especialmente alrededor de los mares Mediterráneo, Caspio, Rojo, estepas salobres de Asia Central y Oriental, desierto del Sahara y praderas saladas de Estados Unidos, África del Sur, Australia y Pampas argentinas (HEYWOOD, 1985).

Ambas familias son estenopalinas y presentan una dispersión entomófila de sus granos de polen.

MICRORRESTOS

Amaranthaceae-Chenopodiaceae

(Lám. XIV, figs. 1 y 2)

Este tipo de polen ha sido detectado en mayor o menor número en todos los afloramientos estudiados de la Cerdaña.

Descripción del material

Granos pantoporados; esféricos; diámetro=34,5-25,45 μm ; poros con 1,36-3,18 μm de luz, en algunos ejemplares, presencia de un anillo de unas 0,9 μm ; algunos ejemplares poseen una exina con 1,8-2 μm de espesor, en donde la sexina tiene el mismo grosor que la nexina; otros ejemplares presentan la exina delgada con aproximadamente 1,3 μm de espesor,

apareciendo entonces un infatécum columelado; superficie con pequeñas granulaciones, o, a veces, psilada.

Observaciones

Los granos con exina delgada hallados en nuestros afloramientos quizás pudieran relacionarse con la familia Amaranthaceae, especialmente con los de la especie *Achyranthes sicula* (L.) All., según lo expuesto por CANDAU in VALDÉS et al. (1987). NAGY (1985) agrupó este tipo de polen en el género parataxónico *Chenopodipollis* N. Kr., debiéndose relacionar con *Ch. multiplex* (Weyl. et Pf.) Wkr. y *Ch. neogenicus* Nagy, a causa de su talla y número de aperturas.

Familia Caryophyllaceae A. L. de Jussieu, 1789

Los restos fósiles más antiguos conocidos hasta el momento son granos de polen del Oligoceno Medio de Nueva Zelanda (MULLER, 1981). En Europa fue citada por primera vez en el Mioceno como *Caryophyllidites rueterbergensis* Krutzsch (MULLER, 1981).

Esta familia se encuentra actualmente integrada por unos 80 géneros y 2.000 especies, presentando una distribución cosmopolita (HEYWOOD, 1985) y una polinización entomófila.

En el Mioceno Superior de la depresión Ceretana únicamente se han hallado palinomorfos asignables a esta familia.

MICRORRESTOS

Caryophyllaceae

Los palinomorfos de esta familia se han hallado de una forma más o menos puntual en todos los afloramientos estudiados, con excepción de Coll de Saig y San Salvador.

En este trabajo se consideran todos los granos de cariofiláceas dentro de un mismo conjunto, aunque se detectan varios tipos que pasamos a describir a continuación:

Descripción del material

a) tipo 1 (Lám. XVI, fig. 9): granos pantoporados; esféricos; pequeños; diámetro=25-26 µm; gran número de poros circulares o elípticos, ligeramente hundidos con luz de unas 1,3 µm; nexina de alrededor de 1,8 µm de espesor; sexina dos veces y media más gruesa que la nexina; téctum completo; infratécum columelado; superficie con gránulos supratectales.

Este tipo de polen se ha encontrado en los afloramientos del barranco de Salanca, Beders, torrente de Vilella, riu de Santa Marfa, Prats, camino al Serrat de Nas y en las minas de Sanavastre y Sampsor. Quizás pueda ser relacionable con el género *Sagina* L., aunque los granos estudiados parecen tener un número mayor de poros.

b) tipo 2 (Lám. XVI, fig. 8): granos pantoporados; esféricos, aunque usualmente los encontramos deformados; diámetro≈38,18 µm; poros hundidos redondeados o algo elípticos de unas 6-3,6 µm de luz, rodeados por un anillo de 0,8 µm; exina muy delgada de unas 1,4 µm; sexina=nexina; infratéctum columelado; superficie verrucada.

Este tipo ha sido detectado únicamente en el Torrente de Vilella, pudiéndose quizás relacionar con el género *Lychnis* L., a causa de su exina delgada y tipo de columelas.

c) tipo 3: granos pantoporados; esféricos; diámetro≈28,18 µm; poros hundidos redondeados o algo esféricos con unas 5,45 µm de luz; anillo de aproximadamente 0,9 µm; exina con unas 4,54 µm de espesor; nexina de alrededor de 1,36 µm, siendo mucho menos gruesa que la sexina; téctum perforado; infratéctum columelado; superficie perforada y verrucada.

Este tipo de polen, descrito por primera vez en la Cerdaña, solamente ha sido detectado en el afloramiento de Beders, y se puede relacionar con el género *Silene* L.

d) tipo 4 (Lám. XVI, figs. 8, 12a y b): granos pantoporados; esféricos; diámetro≈30,9-20,9 µm; poros hundidos con forma circular o elíptica de unas 2,7 µm de luz; al M. E. B. los poros poseen una membrana apertural ornamentada con pequeñas verrugas (Lám. XVI, fig. 12b); exina de 2,72 µm; sexina unas dos veces más gruesa que la nexina; infratéctum columelado; superficie de microrreticulada; al M.E.B. la superficie del grano se encuentra foveolada y verrucada.

Este tipo de polen que no ha podido relacionarse con ningún género en concreto, aparece en todos los afloramientos de la Cerdaña menos en los de Coll de Saig y San Salvador.

Orden Polygonales

Familia Polygonaceae A. L. de Jussieu, 1789

El registro más antiguo de esta familia se remonta al Paleoceno (CRONQUIST, 1981; MULLER, 1981), tratándose de granos de polen del tipo *Polygonum persicaria* L. Éstos se han hallado en el Paleoceno medio de Europa Central y en el Paleoceno superior del Sur de Francia (MULLER, 1981).

En la actualidad esta familia presenta unos 40 géneros y 800 especies distribuidas de forma cosmopolita, aunque la mayoría habitan en las regiones templadas del Hemisferio Norte (LEEuwEN et al., 1988).

MICRORRESTOS

Polygonum sp.

(Lám. XVI, fig. 6)

Este tipo aparece de forma puntual en los afloramientos del barranco de Salanca, Beders, Prats, torrente de la Bavosa y en las minas de Sanavastre y Sampsor.

Descripción del material

Granos pantoporados; esféricos; diámetro≈37-63 µm; poros circulares de unas 3 µm de luz; exina de alrededor de 5 µm de espesor; tectum parcial; infratectum columelado; superficie reticulada con lúmenes de aspecto circular o poligonal de hasta 6,25 µm de luz; columelas muy patentes en los muros del retículo.

Observaciones

Los granos estudiados deben ser incluidos dentro del tipo *P. persicaria* descrito por LEEuwEN et al. (1988) y CANDAU in VALDÉS et al. (1987); y relacionados con la especie parataxónica del Pannoniense de Hungría y del Plioceno de Alemania, *Persicariopollis franconius* W. Kr.

Este tipo de polen, aunque lo producen las especies acuáticas de *Polygonum* L., presenta una dispersión entomófila.

Subclase Dillenidae

Orden Malvales

Familia Tiliaceae A. L. de Jussieu, 1789

Esta familia, posiblemente, se originó a partir de antecesores malvales que existieron

durante finales del Cretácico y principios del Paleoceno en América del Sur y África (RAVEN & AXELROD, 1974). No obstante sus primeros registros fiables corresponden a granos de polen asignables al género *Brownlowia* Roxb., procedentes de sedimentos paleocenos (CRONQUIST, 1981).

La familia Tiliaceae presenta actualmente una distribución casi cosmopolita, estando constituida por unos 50 géneros y 450 especies, que por lo general habitan regiones tropicales y subtropicales (CRONQUIST, 1981).

En el Mioceno Superior de la Cerdaña hemos encontrado únicamente restos atribuibles al género *Tilia* L. Éste presenta en la actualidad unas 80 especies distribuidas por las regiones templadas del Hemisferio Norte (HUTCHINSON, 1967).

Palinomorfos del tipo *Tilia* se encuentran de forma simultánea en el Paleógeno del Oeste de Europa y Norteamérica: *Intratropollenites pseudoinstructus* Mai en el Paleoceno inferior, *I. reticulatus* (Groot & Groot) Frederiksen en el Paleoceno medio e *I. microreticulatus* Mai en el Eoceno inferior (MULLER, 1981). No obstante, éstos podría pertenecer a cualquier otro género de tiliáceas ya que se han encontrado pólenes de *I. instructus* (R. Pot.) Th. & Pf., en flores asignables al género *Burretia* Mai (MAI, 1961). Este autor opinaba que no se pueden atribuir con seguridad pólenes de este tipo al género *Tilia* hasta el Plioceno.

GRANGEON (1958) expresó que los primeros restos macroscópicos asignables al género *Tilia* (restos foliares) provienen del Paleoceno de Wansenberg (Oregón). HEER (1868), describió en el Eoceno de Spitzberg a especie *T. malmgreni*, también a partir de restos foliares. No obstante, estas hojas pudieran ser asignadas a otros géneros de *Tiliaceae* como *Grewia* L., o a otras familias de dicotiledóneas.

KNOBLOCH (1990), indicó que en Europa el género *Tilia* tal y como lo conocemos hoy en día aparece a partir del Mioceno Inferior hasta nuestros días.

En el Mioceno Superior de la Cerdaña se han encontrado tanto palinomorfos como restos macroscópicos (restos foliares y brácteas), asignables al género *Tilia*.

MICRORRESTOS

Tilia sp.

(Lám. XVII, figs. 1 y 2)

Este tipo de polen aparece de forma puntual en todos los afloramientos de la Cerdaña,

siendo referible al tipo *Tilia cordata* Mill., descrito por CHRISTENSEN & BLACKMORE (1988); y a la especie parataxónica, *Intratropopollenites cordataeformis* (Wolff) Mai. Estos palinomorfos se hallaron por primera vez a finales del Mioceno Superior (MAI, 1961), siendo encontrados de forma puntual en el Badeniense Superior de Eslovaquia (PLANDEROVÁ, 1990). Es frecuente encontrar este tipo de granos en los sedimentos del Plioceno de Europa Central.

Descripción del material

Granos 3(4)-zonocolporados; isopolares; radialmente simétricos; no se han observado en vista ecuatorial; redondeados en vista polar; E=26-42 μ ; colpos muy cortos; ori grandes, circulares, de alrededor de 3 μ m de luz; tectados; exina de unas 2 μ m de espesor; sexina=nexina; superficie foveolada, aunque parece microrreticulada bajo el M. O.

Observaciones

El género *Tilia* es entomófilo, aunque tiene la peculiaridad de producir gran cantidad de granos (ANDERSON, 1976; LIEUX & GODFREY, 1982). ANDERSON (1976) expone que el contenido en el ambiente de pólenes de *Tilia* es de unos 3,24 cm/sec, entrando dentro del rango de las especies anemófilas que varía entre 2-6 cm/sec. Ésto nos hace suponer que la razón de la presencia continua, aunque en bajo porcentaje, del polen de este género en los afloramientos de la Cerdaña es debida a la alta producción de éste.

MACRORRESTOS

Tilia vidali Rérolle, 1884-1885

(Figs. 46 y 47; Lám. XVII, figs. 3 y 4)

- * 1884 - *Tilia vidali*, RÉROLLE, págs. 293-296, lám. X, fig. 11, lám. XI, figs. 1-2.
- 1945 - *Tilia vidali*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 345.
- 1951 - *Tilia vidali*, BATALLER, págs. 139, 141.
- 1955 - *Ficus tiliaefolia*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 102-103, lám. XXXII, fig. 4.
- 1955 - *Tilia vidali*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 141-142, lám. XXXI, fig. 3-4.
- 1955 - *Viburnum ceretanum*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 172-174, lám. XXXV, fig. 5.
- 1955 - *Viburnum tiliaeoides*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 174, lám. XXXV, fig. 6.
- 1958 - *Tilia mastajana*, GRANGEON, pág. 103, lám.-text. XIV, fig. 8).
- 1981 - *Tilia vidali*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
- 1981 - *Tilia vidali*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, pág. 34.

Material

Se han estudiado 15 ejemplares procedentes de los afloramientos de Coll de Saig,

Beders y barranco de Salanca. Éstos se encontraron como impresiones con un buen grado de conservación. Las siglas de los especímenes estudiados son las siguientes:

-Restos foliares: MGBG-A-220, MGBV-10139, MGSB-31224, MNCNV-245, MNCNV-288, MNCNV-346, MNCNV-355, MNCNV-753, MNCNV-754, MNCNV-4705, MNCNV-4706, MNCNV-4707, MNCNV-4829.

-Brácteas: MNCNV-262, MNCNV-4704.

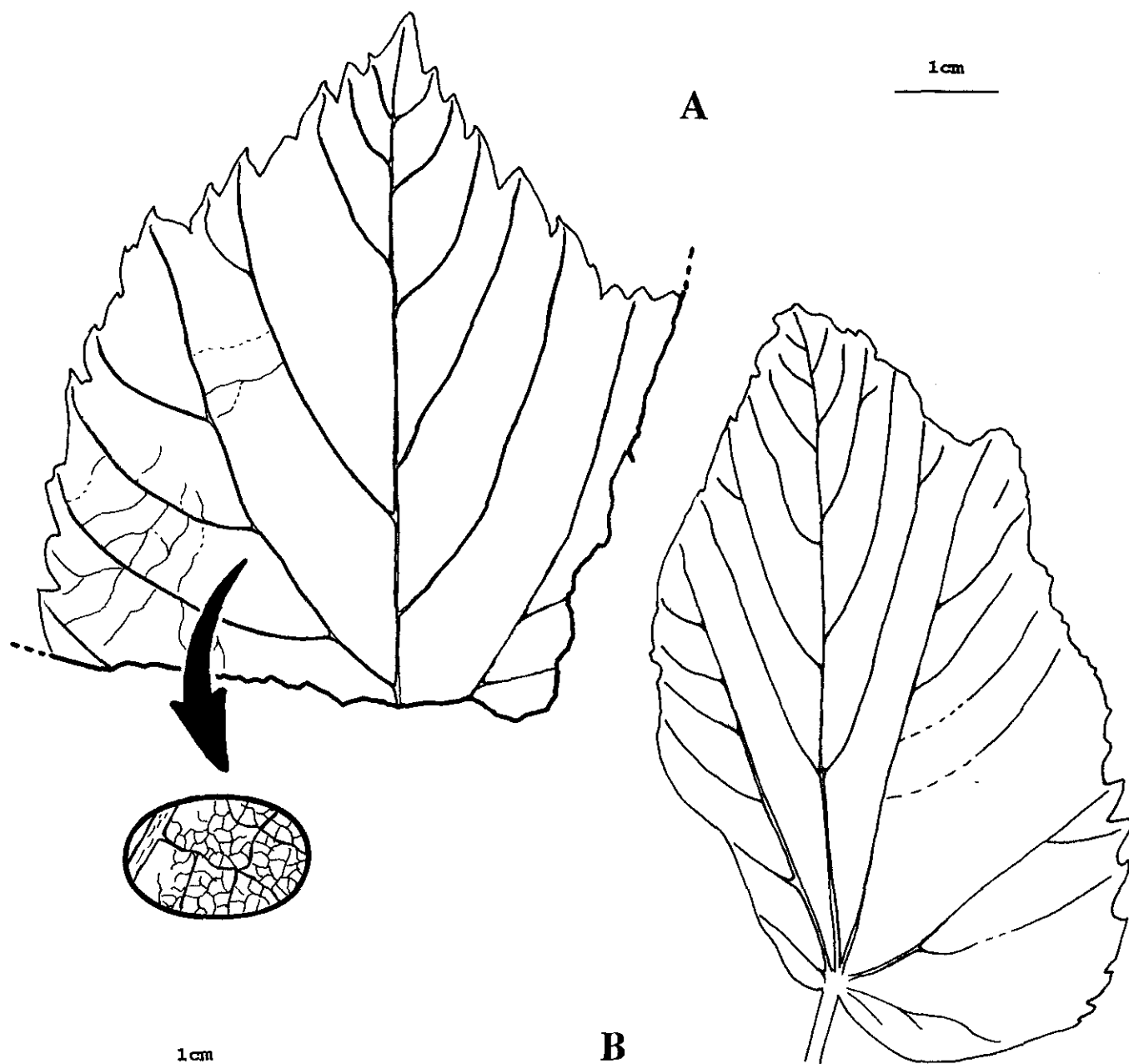


Fig. 46. *Tilia vidali*.
A) MNCNV-4707 B) MNCNV-346

Diagnosis original (RÉROLLE, 1884-1885)

T. foliis late ovatis, ad basim valde cordatis, apice breviter acuteque acuminatis, quandoque sublobatis, margine grosse denticulatis, nervis primariis 5-7, nervo medio peninervio, n. primariis lateralibus exclus ramosis, nervulis plerumque simplicibus transversim decurrentibus; fructu bracteam majusculam, lingulatam, pedicellosque prope capsulas inflatos præbente.

Descripción del material

Hojas pecioladas; peciolo de más de 4 cm de longitud; limbo ovado, en raras ocasiones palmado con tres lóbulos (RÉROLLE, 1884-1885, lám. XI, fig. 2), y ocasionalmente, asimétrico; longitud del limbo: 10-7 cm; anchura máxima del limbo: 12-4,5 cm; distancia de la zona de máxima anchura a la base: 1-2 cm; ápice de agudo a acuminado; base cordada, aunque llega a ser redondeada; margen irregularmente aserrado; dientes marginales acuminados en la mitad superior de la hoja, normalmente éstos se encuentran más desarrollados si en ellos acaba un nervio secundario, existiendo mayor número de dientes marginales que nervios de este orden; nerviación palmado-pinnada; presencia de tres nervios primarios de primer orden y hasta cuatro de segundo que divergen de forma palmada (ejemplares MNCNV-316 y MNCNV-754, molde y contramolde); nervio central primario de primer orden algo más robusto que los primarios laterales, presentando formación de nervios secundarios a derecha e izquierda, opuestos o alternos; nervios primarios de primer orden laterales, con desarrollo exclusivo de nervios secundarios hacia el lado más cercano al margen; nervios primarios de primer orden, a veces, con curso casi paralelo; nervios secundarios curvados uniformemente, con ángulo de divergencia $\leq 45^\circ$; nervios secundarios con hasta cuatro ramificaciones (en las partes basales éstas se hacen muy patentes), tanto ellas como el nervio que las sustenta, mueren en los dientes marginales; nervios terciarios percurrentes concéntricos, siguiendo la terminología de HICKEY & WOLFE (1975), con curso simple o ahorquillado, naciendo de los nervios de orden superior formando ángulos rectos; nervios de menor rango, reticulados ortogonalmente, formando areolas poligonales perfectamente desarrolladas.

Brácteas pecioladas; peciolo: 5 mm; oblongas, de estrechas a lanceoladas; longitud: 6,5-4,6 cm; anchura máxima: 1,5-1,2 cm; distancia de la zona de máxima anchura a la base:

2,3-1,6 cm; ápice redondeado u obtuso; base cuneada o redondeada; margen liso (ejemplar Bell II-Til); nerviación simple curvipinnada; más de 10 pares de nervios secundarios con ángulos de divergencia agudos y rectos (Fig. 47), a veces, dicotomizados (ejemplar MNCNV-262); presencia de nervios intersecundarios; nerviación terciaria y cuaternaria reticulada ortogonalmente, o reticulada al azar, formando areolas cuadrangulares bien desarrolladas.

RÉROLLE (1884-1885, lám. X, fig. 11) figuró una bráctea de la que surge el pedúnculo floral en su zona media, siendo algo decurrente hacia la base y sustentando una

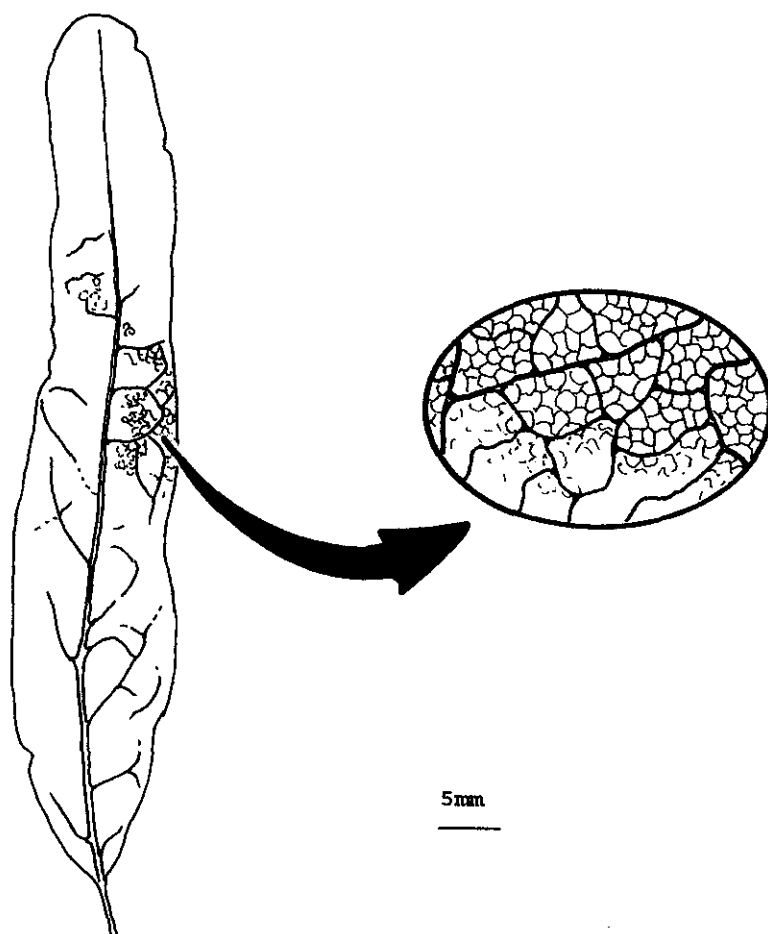


Fig. 47. *Tilia vidali* MNCNV-4704

cima simple con dos frutos (nueces indehiscentes), la inserción de éstos se hace a través de un engrosamiento del pedúnculo. Los frutos son esféricos, presentando los exocarpos unas cicatrices que los recorren longitudinalmente. Este tipo de resto no ha sido hallado por nosotros, habiéndose colectado únicamente brácteas.

Observaciones

T. vidali es comparable con *T. ovoidea*, especie descrita

por GIVULESCO & OLOS (1973), en el Mioceno de Chiuzbaia (Transilvania), y con *T. longibracteata* Andrae, citada en el Mioceno Superior de Moravia (Checoslovaquia), por KNOBLOCH (1969). Estas dos especies fueron descritas a partir de brácteas e infrutescencias, presentando la inserción del pedúnculo de la inflorescencia en el mismo sitio que la que nos ocupa. Del mismo modo, *T. vidali* puede compararse con *T. vindobonensis* Stur., del Mioceno

de los alrededores de Viena (Austria) y de Szanto (Hungria). La morfología de la bráctea de esta especie es muy semejante a la de nuestros ejemplares, no obstante, la inserción de la inflorescencia se realiza en la zona media apical de la bráctea (SAPORTA, 1879).

RÉROLLE (1884-1885) y ROIRON (1983), opinan que *T. vidali* podría ser el antepasado de la especie actual *T. tomentosa* Moench, del Este de Europa y Asia Menor. Nosotros no estamos de acuerdo al respecto, ya que las hojas de los ejemplares de la Cerdaña se diferencian de las de esta especie en su tamaño, forma del limbo y dientes del margen. Tras comparar con pliegos de herbario pensamos que *T. vidali* presenta mayor parecido con *T. americana* L., del Este de Norteamérica y *T. rubra* D.C., de los Cárpatos. También hemos encontrado algunas hojas de *T. platyphyllos* Scop., que recuerdan a algunos de nuestros ejemplares.

Distribución estratigráfica y geográfica

- **Vallesiense:** la Cerdaña, Lérida, España (RÉROLLE, 1884-1885).
- **Pontiense:** Rochessauve, Francia (GRANGEON, 1958).

Orden Nepenthes

Familia Droseraceae Salisbury, 1808

El registro fósil de esta familia es escaso, estando referido únicamente a palinomorfos. Los primeros deben ser incluidos en el tipo *Aldrovanda*, habiendo sido obtenidos en sedimentos del Eoceno Inferior (MULLER, 1981).

Esta familia en la actualidad se encuentra integrada por cuatro géneros y unas 83 especies de distribución casi cosmopolita, siendo integrada por algunos autores como HEYWOOD (1985), en el orden Rosales.

En el Mioceno Superior de la Cerdaña se ha hallado un conjunto de palinomorfos agrupados en tétrades. Según ERDTMAN (1986), tres de los cuatro géneros de esta familia presentan tétrades estenopalinas. Ésta es la razón de que en el siguiente apartado se describan estos granos como Droseraceae sin especificar.

MICRORRESTOS

Droseraceae

(Lám. XVII, fig. 5)

Granos de polen asignables a esta familia han sido detectados por vez primera en la Cerdaña de forma puntual en los afloramientos del barranco de Salanca, riu de Santa María, y en las minas de Sampsor y Sanavastre. Los palinomorfos de esta familia presentan una dispersión entomófila.

Descripción del material

Granos reunidos en tétrades tetraédricas, regulares, de diámetro aproximado: 47 μm ; granos heteropolares con simetría bilateral; esféricos en vista polar; diámetro $\approx 20 \mu\text{m}$; no se observan las aberturas en nuestros ejemplares, los cuales son pantoporados, encontrándose los poros en los surcos de contacto entre los granos, según WODEHAUSE (1965); exina de unas 0,9 μm ; sexina y nexina difíciles de diferenciar; téctum completo; el infratéctum parece columelado; superficie equinada; equinas de alrededor de 2 μm de longitud, parece que en parte estos granos también se encuentran clavados.

Orden Violales

Familia Cistaceae A. L. de Jussieu, 1789

Sus primeros registros son granos de polen del Mioceno Inferior de Bohemia, que se incluyeron en el género *Cistacearumpollenites* Konzalova, el cual es relacionable con los géneros actuales *Cistus* L. y *Helianthemum* Mill.

La familia Cistaceae en la actualidad está representada por 8 géneros y 250 especies (SÁENZ DE RIVAS, 1979), encontrándose principalmente distribuida por las regiones templadas o templado-cálidas del Globo (CRONQUIST, 1981). Todos los integrantes de esta familia presentan una dispersión entomófila de sus palinomorfos.

Hasta el momento no se han hallado macrorrestos atribuibles a esta familia. En los afloramientos de la depresión ceretana se han encontrado palinomorfos asignables a dos géneros diferentes.

MICRORRESTOS

***Cistus* sp.**

(Lám. XVII, figs. 7a y b)

Granos de polen asignables a este género han sido detectados en los afloramientos de Beders, torrente de Vilella, barranco de Salanca, San Salvador, Coll de Saig, torrente de la Bavosa, camino al Serrat de Nas y en la mina de Sanavastre.

Descripción del material

Granos 3-zonocolporados; isopolares; radialmente simétricos; subprolotos en vista ecuatorial; más o menos redondeados en vista polar; $P=60,9-41\ \mu\text{m}$; $E=45,5-30\ \mu\text{m}$; colpos de $3-2\ \mu\text{m}$ de anchura; poros lalongados; exina de $2,7-3,1\ \mu\text{m}$ de espesor; sexina algo más gruesa que la nexina, en algunos ejemplares se observa que la nexina aumenta de grosor formando costillas en las zonas cercanas a las endoaperturas; téctum parcial; infratécum columelado; superficie reticulada con lúmenes de $4-3,5\ \mu\text{m}$, que decrecen en las zonas polares.

Observaciones

Este tipo de granos quizás pudieran ser relacionables con la especie descrita por NAGY (1985): *Cistacearumpollenites rotundus* Nagy, hallada del Egeriense al Badeniense inferior de Hungría. Sin embargo, a diferencia de nuestros ejemplares, *C. rotundus* presenta dimensiones mucho menores ($44-35\ \mu\text{m}$ en vista ecuatorial).

***Helianthemum* sp.**

(Lám. XVII, fig. 6)

Palinomorfos asignables a este género aparecen por primera vez en la Cerdaña, representados en los afloramientos del barranco de Salanca, Beders, torrente de Vilella, San Salvador, camino de Balltarga a Bor, Prats y camino al Serrat de Nas. Los granos de polen asignados a este género con seguridad debieron pertenecer a diferentes especies, presentando la peculiaridad de ser siempre estriados, por lo que no son comparables con la especie actual *H. sanguineum* (Lag.) Lag. ex Dunal, tras comparar nuestros ejemplares con lo expuesto por SÁENZ DE RIVAS (1979).

Descripción del material

Granos 3-zonocolporados; isopolares; radialmente simétricos; de prolotos a subprolotos

en vista ecuatorial; más o menos redondeados en vista polar; $P=59-40\ \mu\text{m}$; $E=38,1-21,18\ \mu\text{m}$; colpos estrechos que recorren longitudinalmente todo el grano, acabando en los polos donde no se fusionan; no se observan bien los poros; exina de $\approx 2,7-1,8\ \mu\text{m}$ de espesor; sexina=nexina, salvo en las zonas cercanas a las endoaperturas, donde se engrosa formando costillas; téctum perforado; infratéctum columelado; superficie estriado-reticulada; estrías más o menos paralelas al eje polar.

Cistaceae

(Lám. XVII, fig. 8)

En este apartado describimos un conjunto de granos de polen cuyas características, tanto por su preservación, como por su morfología, no son suficientemente distintivas como para incluirlos dentro de uno u otro género de cistáceas. Si seguimos las descripciones de HEYDACKER (1963) y SÁENZ DE RIVAS (1979) respectivamente, quizás puedan pertenecer a los géneros *Lechea* L. y *Fumana* (Dunal) Spach. Estos palinomorfos aparecen representados en todos los afloramientos estudiados menos en Coll de Saig, camino de Balltarga a Bor, riu de Santa María y Oliá.

Descripción del material

Granos 3-zonocolporados; isopolares; con simetría radial; de prolotos a subprolotos en vista ecuatorial; redondeados en vista polar; $P=43,6-28,6\ \mu\text{m}$; $E=35,5-25,5\ \mu\text{m}$; poros usualmente lalongados; los colpos recorren longitudinalmente el grano acabando en los polos donde no se fusionan; exina de $\approx 3,45-1,8\ \mu\text{m}$ de espesor; sexina del mismo grosor que la nexina; nexina engrosada cerca de los colpos formando costillas; téctum perforado o completo; infratéctum columelado; superficie de reticulada a microrreticulada.

Orden Salicales

Familia Salicaceae Mirbel, 1815

Los primeros restos asignables a ésta son restos foliares de *Populus* L., del Paleoceno más tardío de Bear Den Member, Golden Valley Formation (Dakota, USA) (COLLINSON, 1992); apareciendo por primera vez frutos de este género en el Eoceno medio de la Formación Green River (NE de Utah, USA) (MANCHESTER et al., 1986). Hojas atribuibles al género *Salix* L., se han identificado en los depósitos eocenos tempranos de las Formaciones

Willwood y Wind River (Wyoming) y el Miembro Camels Butte, Formación Golden Valley (N. de Dakota, USA), (COLLINSON, 1992).

Debemos reseñar que FONTAINE (1889), describió en el albiense del Grupo Potomac (Virginia, USA), un conjunto de restos foliares que por el parecido morfológico con *Salix* y *Populus* describió como *Saliciphyllum* y *Populiphyllum*. Sin embargo, no está probado que los ejemplares de estos dos paragéneros puedan atribuirse a las salicáceas.

El registro polínico de *Salix* se remonta al Oligoceno de Puerto Rico; y el de *Populus* al Mioceno Inferior de Estados Unidos (MULLER, 1981).

Esta familia, que actualmente presenta una distribución cosmopolita, se encuentra integrada por dos géneros: *Populus* con unas 40 especies, y *Salix*, con aproximadamente 300 (CRONQUIST, 1981).

En el Mioceno Superior de la Cerdaña se han detectado los géneros *Populus* y *Salix* a partir de macrorrestos. El segundo también se encuentra representado en la zona por granos de polen.

MICRORRESTOS

Salix sp.

Granos de polen atribuibles al género *Salix* han sido reconocidos en todos nuestros afloramientos. Este género presenta una dispersión entomófila de sus palinomorfos. Hemos identificados dos tipos diferentes que pasamos a describir a continuación:

a) tipo 1 (Lám. XVII, fig. 10; Lám. XVIII, fig. 4a y b): granos 3-zonocolpados ó 3-zonocolporoidados; isopolares; radialmente simétricos; subprolato en vista ecuatorial; más o menos circulares en vista polar; $P \approx 21,8 \mu\text{m}$; $E \approx 16,3 \mu\text{m}$; colpos de unas $3,6 \mu\text{m}$ de anchura, que recorren longitudinalmente los granos terminando en los polos sin fusionarse entre ellos; exina de $1,36\text{-}2 \mu\text{m}$ de espesor; sexina unas dos veces más gruesa que la nexina; tectum parcial; infratectum columelado; superficie microrreticulada y/o gemada.

Este tipo de polen se ha encontrado en todos los afloramientos estudiados, siendo relacionable con la especie descrita por NAGY (1985), *Salixpollenites helveticus*, con registro del Egeriense al Sarmatiense de Hungría.

b) tipo 2 (Lám. XVII, fig. 9): granos 3-zonocolpados ó 3-zonocolporoidados;

isopolares; radialmente simétricos; de prolatos a subprolatos en vista ecuatorial; redondeados en vista polar; P=30-25 µm; E≈16,25 µm; colpos con 2,5-1,5 µm de anchura, recorren longitudinalmente los granos terminando en los polos sin fusionarse entre ellos; poroides de menos de 1 µm de abertura, situados en el ecuador; exina de alrededor de 1,5 µm de espesor; sexina de aproximadamente el mismo grosor que la nexina; téctum parcial; infratéctum columelado; superficie de microrreticulada a reticulada; en algunos ejemplares los lúmenes presentan una luz de 1,25-0,65 µm.

Este tipo de polen únicamente se ha detectado en la mina de Sanavastre, apareciendo en algunas ocasiones en grupos de hasta 7 granos. Pudiera ser, a causa de las diferencias en la reticulación, que pertenecieran a diferentes especies de sauces, pero a causa de sus dimensiones y del resto de sus características los hemos considerado todos juntos en este tipo. Posiblemente los ejemplares con los lúmenes del retículo más desarrollados, atendiendo a las morfologías descritas por FERNÁNDEZ GONZÁLEZ & FOMBELLA BLANCO (1988), podrían compararse con el subgénero *Vetrix* (DUM.) DUM.

MACRORRESTOS

Populus tremulaefolia Saporta, 1868

(Figs. 48 y 49; Lám. XVIII, fig. 1)

- * 1868 - *Populus tremulaefolia*, SAPORTA, págs. 26-27, lám. III, fig. 4.
- 1876 - *Populus alba* L., (*pliocenica*), SAPORTA & MARION, págs. 228-229, lám. XXIV, figs. 11-12.
- 1884-1885 - *Populus canescens* SM. (*pliocenica*), RÉROLLE, págs. 278-279, lám. IX, fig. 9.
- 1884-1885 - *Populus tremula*, RÉROLLE, págs. 276-278, lám. IX, fig. 8.
- 1887 - *Populus tremulaefolia*, BOULAY, pág. 20.
- 1892 - *Populus tremula*, BOULAY, pág. 54, lám. II, fig. 8.
- 1894 - *Populus canescens*, ALMERA, pág. 324.
- 1894 - *Populus tremula* L. *pliocenica*, ALMERA, pág. 324, lám. XXIV, fig. 3.
- 1903 - *Populus tremula*, MARTY, págs. 45-46, lám. VIII, fig. 10-11.
- 1904-1905 - *Populus tremula* L., *pliocenica*, LAURENT, pág. 112.
- 1922 - Grupo del *Populus alba*, DEPAPE, págs. 132-134, lám. IV, figs. 1-4.
- 1922 - *Populus tremula*, DEPAPE, págs. 130-132, text.-fig. 10, lám. IV, fig. 5.
- 1923 - *Populus alba* L., *pliocenica*, LAURENT & MARTY, pág. 13, lám. III, figs. 3, 5-6.
- 1923 - *Populus tremula* L., *pliocenica*, LAURENT & MARTY, págs. 12-13, lám. II, figs. 4-9.
- 1936 - *Populus tremula*, MARTY & GLANGEAUD, pág. 24, lám. D, figs. 2-4, lám. F, fig. 1.
- 1945 - *Populus tremula* L. var. *pliocenica*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 344.
- 1952 - *Populus* af. *tremula*, GRANGEON, págs. 45-46, lám. III, figs. 1-3.
- 1953 - *Populus* aff. *tremula*, GRANGEON, págs. 308-309, text.-lám. I, fig. 10, 13-14.
- 1953 - *Populus* sp., GRANGEON, pág. 309, text.-lám. I, fig. 7.
- 1955 - *Populus canescens*, SM. *pliocenica*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 92.
- 1955 - *Populus tremula*, L. (*pliocenica*, RER.), MENÉNDEZ AMOR, págs. 94-95, lám. XXIX, fig. 2.
- 1958 - *Populus alba*, GRANGEON, págs. 112-113, lám.-text. XVI, figs. 3, 5, lám. II, fig. 4.
- 1958 - *Populus balsamoides*, GRANGEON, págs. 117, 119, lám.-text. XVI, fig. 7, lám.-text. XVII, fig. 1.
- 1958 - *Populus tremula*, GRANGEON, págs. 108-109, 112, lám.-text. XV, figs. 1-8, lám.-text. XVI, fig. 1, lám. II, fig. 5.
- 1974 - *Populus* cf. *tremula*, SANZ DE SIRIA, págs. 34-35, lám. IX, fig. 2f.
- 1979 - *Populus tremula* L. var. *pliocenica*, BALLESTO et al., pág. 253, lám. 2, fig. 12, text.-fig. 24.
- 1981 - *Populus tremula*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
- 1981 - *Populus* cf. *tremula*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 559.

Material

Se han estudiado 18 ejemplares foliares en forma de impresión en excelente estado de conservación, procedentes de los afloramientos del barranco de Salanca, Beders, torrente de Vilella y Coll de Saig:

MGBV-9494, MGBV-9744, MGBV-9747, MGBV-9794, MGBV-9898, MGBV-10061, MGBV-10567, MNCNV-798, MNCNV-3144, MNCNV-3622, MNCNV-4467, MNCNV-4664, MNCNV-4708, MNCNV-4709, MNCNV-4710, MNCNV-4711, MNCNV-4712, UCM-CTV-005.

Diagnosis original (SAPORTA, 1868)

P. foliis suborbiculatis, grosse sinuato-dentatis, palmatinerviis; nervis lateralibus inferioribusque erectis, proectis, extus reticulato-ramosis; secundariis post intervallum emissis, paucioribus, flexuosis, ramosis; venulis transversim decurrentibus.

Descripción del material

Restos foliares largamente peciolados; peciolo: 2,1-0,5 cm; limbo suborbicular, orbicular, ovado muy ancho o estrecho ovado; longitud del limbo: 9,35-2,94 cm; anchura máxima del limbo: 9,3-1,44 cm; distancia desde la zona de máxima anchura a la base; 2,8-0,43 cm; ápice agudo, en algunos ejemplares acuminado; base redondeada u obtusa; margen aserrado; dientes del margen grandes, redondeados y espaciados unos de otros con ángulo apical obtuso, recto o agudo con más de 45°; senos redondeados, atenuados; margen liso y ondulado irregularmente, en algunas ocasiones; nerviación palmada-pinnada, ocasionalmente, pinnada o curvipinnada; nervios

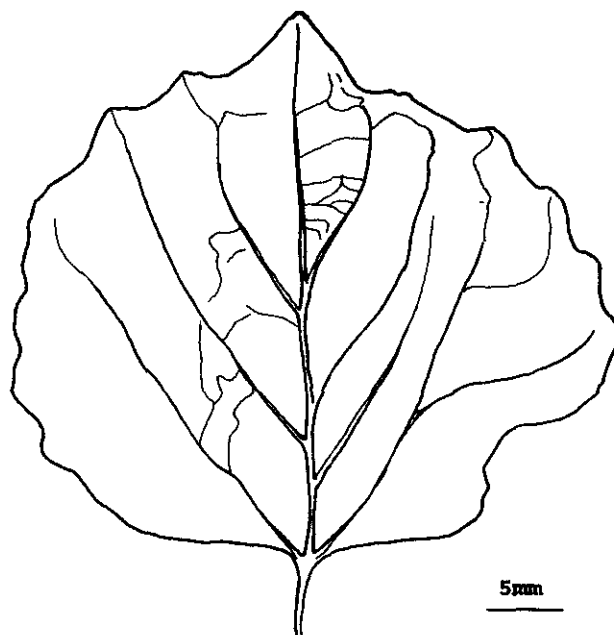


Fig. 48. *Populus tremulaefolia* MGBV-10567

secundarios curvados uniformemente, terminando en los dientes marginales, o curvados abruptamente formando lazos (existen también ejemplares con nervios de curso recto); ángulo de divergencia $\approx 45^\circ$; presencia ocasional de nervios secundarios ramificados en su parte final, y de nervios intersecundarios; nerviación terciaria percurrente-convexa, con curso derecho o ahorquillado formando ángulos agudos con los nervios secundarios y siendo oblícuo frente al nervio medio central; nerviación de rango inferior a la terciaria reticulada ortogonalmente formando areolas poligonales bien desarrolladas.

Observaciones

Las hojas del género *Populus* presentan un marcado polimorfismo, esto es debido a la existencia de hojas heteroblásticas y de heterofilias estacionales (ECKENWALDER, 1980).

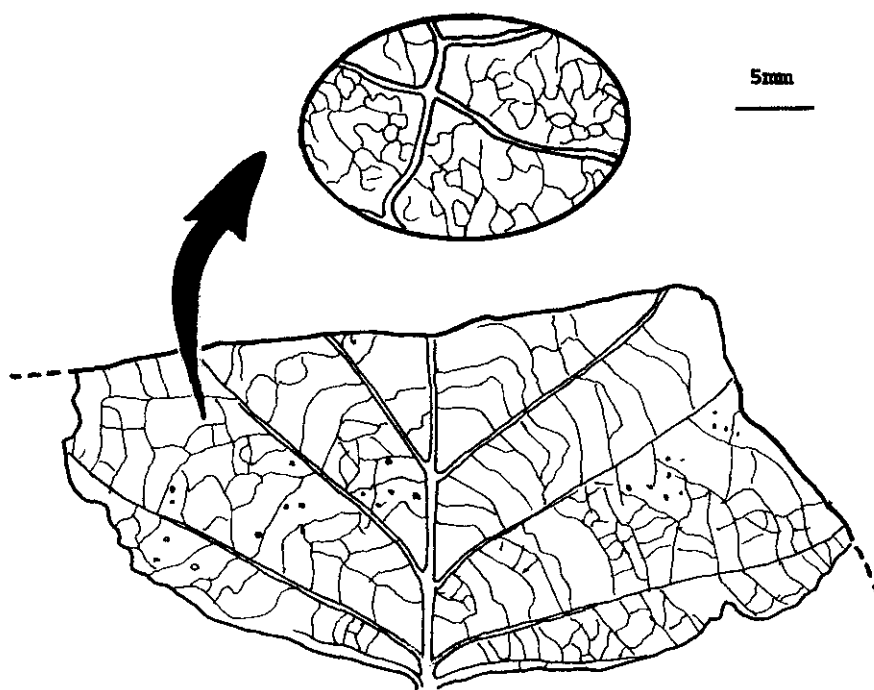


Fig. 49. *Populus tremulaefolia* MNCNV-4708

En los afloramientos ceretanos se han colectado restos foliares con morfologías idénticas a las de las especies actuales: *P. alba* L. y *P. tremula* L., así como formas intermedias entre éstas dos, las cuales fueron descritas por RÉROLLE (1884-1885) como *P. canescens* Sm. (*pliocenica*).

ECKENWALDER (1980), apuntaba que *P. alba*, especie citada con mucha frecuencia en los yacimientos terciarios europeos, presenta en la actualidad una marcada heterofilia, siendo frecuente la producción de hojas lobuladas con venación lazada, semejante a la de la especie actual *P. monticola* T. Brandege, de América del Norte. Nosotros no hemos hallado este tipo de hojas entre los ejemplares estudiados, debiendo destacar que es frecuente localizar juntos en los yacimientos terciarios europeos hojas de chopos con morfologías semejantes a

las de *P. alba*, *P. tremula* y formas intermedias entre ambas especies (ver DEPAPE, 1922). Posiblemente estos restos foliares no deban ser atribuidos a ninguna de estas dos especies, habiendo pertenecido a una especie terciaria con marcada y particular heterofilia. Ésto sería una posible explicación de la no aparición de formas semejantes a las hojas de *P. monticola*.

Por estas razones, atribuimos los restos foliares colectados en los afloramientos de la Cerdaña a la especie: *P. tremulaefolia*, según lo sugerido por KNOBLOCH (1990). Siguiendo este razonamiento, *P. canescens* (*pliocenica*) y las variedades *pliocenica* de *P. alba* y *P. tremula*, no presentan ningún valor taxonómico, siendo sinónimas de *P. tremulaefolia*.

Posiblemente, *P. tremulaefolia* pudiera ser el antepasado de *P. alba*, de *P. tremula*, de las dos especies, o de ninguna de ellas, debiéndose esperar el hallazgo de ejemplares que presenten la cutícula preservada para su confirmación.

Además, por el momento tampoco podemos descartar que en la Cerdaña hubieran existido dos taxones diferentes, los cuales se asemejaran por separado a *P. alba* y *P. tremula*; pudiendo haber hibridado, como ocurre en la actualidad entre estas dos especies (GRANGEON, 1958), lo que explicaría la existencia de ejemplares con características morfológicas mixtas.

Esta es la primera vez que se cita *P. tremulaefolia* en el Mioceno Superior de la Cerdaña y en el conjunto del Terciario español.

Distribución estratigráfica y geográfica

-Estampiense. Marsella, Francia (SAPORTA, 1868).

-Chatiense. Sotzka, Estiria, Austria (GRANGEON, 1953).

-Vallesiense. Ribatejo, Portugal (PAIS, 1986); Seo de Urgel, Lérida, España (SANZ DE SIRIA, 1974); la Cerdaña, Lérida, España.

-Pontiense. Joursac, Cantal, Francia (GRANGEON, 1953); Rochessauve, Ardèche, Francia (GRANGEON, 1958); La Bourboule, Aubepin, Alto Loira, Francia (GRANGEON, 1953).

-Messiniense. Murviel-Les-Beziers, Languedoc, Francia (AMBERT & ROIRON, 1990); Castellbisbal, España (ALMERA, 1894).

-Plaisanciense. Saint-Vicent-La Sabie, Francia (LAURENT, 1904-1905); Varennes-lac-Chambon y Mont-Doré, Puy-de-Dôme, Francia; Pas-de-la-Mougudo, Cantal, Francia; Saint Marcel, Ardèche, Francia (BOULAY, 1892; GRANGEON, 1953); Reuver, Holanda (LAURENT & MARTY, 1923); Siurana, Gerona, España (SANZ DE SIRIA, 1977).

-Astiense. Meximieux, Ain, Francia (SAPORTA, 1873); Torrente de Esplugas de Llobregat, Barcelona, España (ALMERA, 1894).

-Plio-Pleistoceno. Bernasso, Lunas, Hérault, Francia (VERNET, 1981); Crespià, Gerona, España (ROIRON, 1983).

Además esta especie se encuentra citada en el Plioceno de Tortosa, Tarragona, España (MENÉNDEZ AMOR, 1950); Rasteau, Vaison-La-Romaine, Vaucluse, Francia (BALLESIO et al., 1979); y en el de Willershausen, Alemania (KNOBLOCH, 1990).

-Villafranquiense. Ceyssac, Alto Loira, Francia (SAPORTA, 1873); Maison Carrée, Argelia (ARAMBOURG et al., 1953).

***Salix lavateri* Heer, 1856**

(Fig. 50; Lám. XVII, fig. 11)

- * 1856 - *Salix lavateri*, HEER, págs. 28-29, lám. LXVI, figs. 1-12.
- 1952b - *Salix scalabitanana*, TEIXEIRA, págs. 53-54, lám. V, figs. 1-10, lám. VI, figs. 1-4.
- 1952c - *Salix scalabitanana*, TEIXEIRA, pág. 12, lám. I, figs. 1-2, lám. II, fig. 1.
- 1972 - *Salix denticulata*, FERNÁNDEZ MARRÓN, pág. 152, lám. I, fig. 7.
- 1977 - *Salix lavateri*, SANZ DE SIRIA, pág. 27.
- 1980 - *Salix angusta*, SANZ DE SIRIA, pág. 47.
- 1980 - *Salix lavateri*, SANZ DE SIRIA, pág. 47.
- 1983 - *Salix lavateri*, PAIS, pág. 134, fig. 3.

Material

Se han estudiado únicamente seis ejemplares preservados como impresiones de hojas que se encuentran en un mediano estado de conservación. Estos especímenes procedían de los afloramientos de Beders y Coll de Saig: MGBV-10175, MGBG-A-42, MGM-48M, MGSB-40433_{1,3}.

Diagnosis original (HEER, 1856)

S. foliis lineari-lanceolatis, latitudine novier longioribus, lateribus parallelis, argute serrulatis, apice longe acuminatis.

Descripción del material

Restos foliares cortamente peciolados; peciolo de aproximadamente 0,1 cm; lanceolados; longitud del limbo: >3-2,6 cm; anchura máxima del limbo: 0,9-0,5 cm; distancia de la zona de máxima anchura a la base alrededor de 0,9 cm; ápice de agudo a atenuado; base aguda; margen aserrado; dientes marginales pequeños, muy numerosos, con ángulo apical agudo y con un glándula en su ápice; nerviación semilazada; elevado número de nervios

secundarios curvados uniformemente, con ángulo de divergencia $<45^\circ$; presencia de nervios intersecundarios; nerviación terciaria percurrente no encontrándose bien conservada.

Observaciones

Según PAIS (1983), esta especie recuerda a *S. alba* L. y a *S. eleagnos* Scop. Nosotros pensamos que por la gran cantidad de nervios que presenta y su forma lanceolada también presenta analogías con *S. fragilis* L.

Es la primera vez que se cita esta especie en el Vallesiense de la Cerdaña.

Distribución estratigráfica y geográfica

-Chatiense. Hohe Rhonen, Zurich, Suiza (HEER, 1856).

-Sarmatiense. Oehningen, Suiza (HEER, 1856).

-Vallesiense. Archino, Portugal (PAIS, 1983); Seo de Urgel, Lérida, España (SANZ DE SIRIA, 1977); la Cerdaña, Lérida, España.

-Mioceno Superior. Libros, Teruel, España (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1972); Esbarrondadoiro y Valle de Carros, Portugal (TEIXEIRA, 1952c; PAIS, 1983).

Además, esta especie se encuentra citada en el Plioceno de Alfeite y en el Valle de Santarém, Portugal (PAIS, 1983).

***Salix* sp.**

(Lám. XVII, fig. 12)

Material

Se han estudiado dos ejemplares foliares en forma de impresión y en un buen estado de conservación procedentes de la Cerdaña. No hemos logrado averiguar en qué afloramiento fueron colectados: CLLF-006 y MGBV-9755.

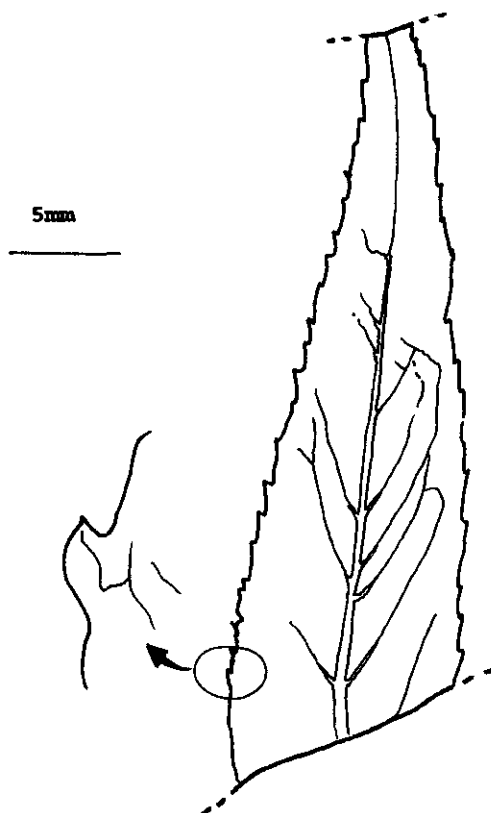


Fig. 50. *Salix lavateri* MGM-48M

Descripción del material

Hojas cortamente pecioladas; peciolo \approx 0,1 cm; lanceoladas; longitud del limbo: >3 cm; anchura máxima del limbo \approx 0,5 cm; distancia de la zona de máxima anchura a la base \approx 0,9 cm; ápice agudo; base de cuneada a aguda; margen aserrado; dientes marginales pequeños, orientados hacia el ápice del limbo y ángulo apical agudo; presencia de glándulas en los dientes; nerviación semilazada; alrededor de 17 pares de nervios secundarios que se curvan uniformemente, con ángulo de divergencia $\approx 45^\circ$; presencia de nervios intersecundarios; nerviación terciaria percurrente con curso derecho o ahorquillado, formando ángulos rectos con los nervios secundarios y siendo oblicuos frente al nervio medio; nerviación de rango inferior reticulada ortogonalmente formando areolas poligonales bien desarrolladas.

Observaciones

Este tipo de restos foliares presentan semejanzas con la especie actual *S. alba*, aunque no se puede descartar que sean un tipo polimórfico de *S. lavateri*.

cf. *Salix* sp.

(Lám. XVIII, fig. 2)

Material

Se han estudiado tres restos foliares en mediano estado de conservación, uno de ellos sin localidad conocida (MNCNV-460), y los otros procedentes de los afloramientos del camino de Balltarga a Bor (MGBG-A-230) y Pedró (MGBV-10133). Estos ejemplares se han preservado como impresiones.

Descripción del material

Restos foliares cortamente peciolados; peciolo de unos 0,2 cm; limbo elíptico estrecho u oblanceolado; longitud del limbo: 6,6-3,9 cm; anchura máxima del limbo: 1,4-1,2 cm; distancia de la zona de máxima anchura a la base: 3,5-2,4 cm; ápice agudo; base aguda; margen liso o dentado; dientes marginales pequeños y distanciados los unos de los otros; nerviación semilazada o lazada simple; alrededor de 7 pares de nervios secundarios con curso curvado uniformemente o abrupto y ángulo de divergencia agudo $\geq 45^\circ$, llegando a ser casi recto en la zona basal; en algunas ocasiones dicotomías en los nervios secundarios; presencia

de nervios intersecundarios; nerviación terciaria percurrente con curso recto o ahorquillado, formando ángulos rectos con los nervios secundarios; nerviación cuaternaria reticulada ortogonalmente formando areolas poligonales bien desarrolladas.

Observaciones

Tanto a causa de la morfología foliar descrita, que pudiera ser relacionada con otros géneros de angiospermas, como *Quercus*, como por el estado de preservación de los restos foliares estudiados, que no conservan trazas cuticulares, no podemos asegurar con total convicción que estos puedan ser asignados al género *Salix*, por lo que los consideramos como cf. *Salix*.

De ser posible su asignación a *Salix*, dada su morfología, debieran ser comparados con la especie actual *S. salvifolia* Brot.

Orden Capparales

Familia Brassicaceae Burnett, 1835

El registro fósil de esta familia es escaso, estando referido por palinomorfos del Mioceno Superior de Francia, descritos como "polen de Cruciferae" (MULLER, 1981).

Esta familia hoy en día está integrada por unos 350 géneros y alrededor de 3000 especies de distribución casi cosmopolita (CRONQUIST, 1981).

En el Mioceno Superior de la Cerdaña hemos encontrado una silícula asignable a esta familia.

MACRORRESTOS

Brassicaceae

(Lám. XVIII, fig. 6)

Material

Se ha estudiado un único ejemplar que corresponde a una impresión excelentemente preservada de un fruto recogido en el afloramiento de Beders: MNCNV-762.

Descripción del material

Silícula redondeada; diámetro de la silícula: 1,6 cm; ápice algo escotado, por donde destaca un estilo de 0,1 cm de longitud; zona de inserción con el pedúnculo recta; longitud

del pedúnculo: 0,4 cm; zona central del fruto recorrida longitudinalmente por dos cicatrices, desde el pedúnculo hasta el ápice, siguiendo un curso paralelo, aunque curvadas ligeramente en el centro del fruto.

Observaciones

Hasta el momento no hemos encontrado ninguna cita de frutos de crucíferas en la bibliografía consultada, siendo, por lo tanto el ejemplar descrito excepcional desde un punto de vista paleontológico.

Su estado de conservación no permite realizar estudios anatómicos, pero el ejemplar pudiera estar relacionado con los géneros *Lobularia* Desv. y *Coronopus* Zinn.

Orden Ericales

Familias Clethraceae Klotzsch, 1851 y Cyrillaceae Endlicher, 1841

Tratamos a estas dos familias conjuntamente, ya que son estenopalinas y únicamente se ha detectado la presencia de palinomorfos.

Los primeros restos asignables a estas familias son palinomorfos procedentes del Maastrichtiense de California (MULLER, 1981).

La familia *Clethraceae* en la actualidad está integrada por un único género con alrededor de 65 especies que habitan en la zona tropical desde el Norte de Sudamérica hasta el Sur de Estados Unidos, en los trópicos y subtrópicos del Este de Asia, Indonesia y Nueva Guinea, destacando la existencia de una única especie endémica en Madeira (CRONQUIST, 1981).

La familia *Cyrillaceae* presenta hoy en día tres géneros y unas 14 especies que habitan en el Norte de Sudamérica, América Central, Indias Occidentales y las costas del Sureste de Estados Unidos (CRONQUIST, 1981).

Ambas familias presentan una dispersión entomófila de sus granos de polen.

MICRORRESTOS

Clethraceae-Cyrillaceae

(Lám. XVIII, fig. 7)

Este tipo de polen, aparecido por primera vez en la zona de estudio, únicamente se ha encontrado en la mina de Sanavastre, apareciendo en pequeños conjuntos de unos 6 granos.

Por las dimensiones que presentan pudieran relacionarse tanto con la especie *Cyrrilaceaepollenites exactus* (R. Pot.) R. Pot. como con *Cyrrilaceaepollenites megaexactus* (R. Pot.) R. Pot., las cuales, según NAGY (1985), aparecen del Egeriense y Badeniense al Sarmatiense en Hungría. *C. exactus* se encuentra citado del Eoceno al Mioceno Inferior en Europa Central (PLANDEROVÁ, 1990).

Descripción del material

Granos 3-zonocolporados; isopolares; radialmente simétricos; suboblatos en vista ecuatorial; circulares en vista polar; $P=16,25\ \mu\text{m}$; $E=13,75\text{-}12,5\ \mu\text{m}$; colpos de aproximadamente $1,25\ \mu\text{m}$ de anchura; poros circulares con alrededor de $1\ \mu\text{m}$ de diámetro; exina de $1,5\text{-}1\ \mu\text{m}$ de espesor; no se distinguen entre sí la sexina de la nexina; téctum completo; infratéctum sin columelas; superficie psilada al M.O.

Familia Ericaceae A. L. de Jussieu, 1789

Los primeros registros de esta familia son palinomorfos del Hemisferio Norte y semillas del Centro de Europa datadas como maastrichtienses (MULLER, 1981; KNOBLOCH & MAI, 1984). Los palinomorfos podrían confundirse con los de las familias Empetraceae y Epacridaceae, ya que algunos de los géneros de éstas presentan pólenes idénticos a los de algunas ericáceas.

En la actualidad esta familia se encuentra representada por 125 géneros y unas 3.500 especies de distribución casi cosmopolita.

La familia Ericaceae presenta una polinización entomófila.

En los afloramientos estudiados únicamente hemos encontrado granos de polen asignables a esta familia.

MICRORRESTOS

Ericaceae

(Lám. XVIII, figs. 10 y 11)

La familia Ericaceae se encuentra representada por palinomorfos en todos los afloramientos de la Cerdaña, salvo en el de Oliá. Parece, a causa de la presencia de granos de tamaños muy diversos, que los miembros de esta familia pudieran haber estado representados por varios taxones. Sin embargo, la morfologías estudiadas al M.O. no revelan

ni cuáles ni cuántos pudieran haber sido. Por esta razón, hemos creído conveniente reunir todos los pólenes hallados asignables a la familia Ericaceae, y describirlos conjuntamente. Según NAGY (1985), este tipo de polen debiera englobarse en el género *Ericipites* Wodehouse.

Descripción del material

Granos 3-zonoculpados, reunidos en tétrades tetraédricas regulares de diámetro=25,5-38 μm ; isopolares; radialmente simétricos; más o menos esféricos; diámetro de los granos =23,6-15,5 μm ; colpos difíciles de apreciar ya que se encuentran tapados por los granos contiguos de la tétrade; exina de 0,9-1,36 μm ; sexina y nexina difíciles de distinguir; téctum completo; infratéctum aparentemente sin columelas al M. O.; superficie psilada o algo escábrida.

Orden Ebenales

Familia Sapotaceae A. L. de Jussieu, 1789

Los primeros registros de esta familia están basados en pólenes, tratándose de la especie *Sapotaceoipollenites robustus*, del Senoniense y Paleoceno del NW de Borneo (MULLER, 1981).

Esta familia se encuentra hoy en día integrada por unos 70 géneros y alrededor de 900 especies, de distribución fundamentalmente pantropical (HARLEY, 1985), con unas pocas especies extendidas en regiones templadas (CRONQUIST, 1981). Presenta una dispersión entomófila de sus palinomorfos.

En la Cerdaña se han hallado únicamente granos de polen relacionables con ella.

MICRORRESTOS

Sapotaceae

(Lám. XVIII, figs. 8 y 9)

En este apartado introducimos todos los palinomorfos estudiados asignables a la familia Sapotaceae. Seguramente se incluyen conjuntamente granos asignables a taxones diferentes ya que su diferenciación es complicada. Aparecen de forma puntual en los afloramientos de Beders, torrente de Vilella, barranco de Salanca, torrente de la Bavosa, riu

de Santa María, Coll de Saig, vertedero de Sampsor, y en las minas de Sanavastre y Sampsor.

Descripción del material

Granos 4-zonocolporados; isopolares; radialmente simétricos; prolatos en vista ecuatorial; circulares en vista polar; $P=31,8-36,6\ \mu\text{m}$; $E=19,9-21,8\ \mu\text{m}$; poros de $2,7-4,5\ \mu\text{m}$ de luz; colpos con forma navicular, adelgazados en los polos donde nunca se fusionan entre ellos; anchura máxima del colpo: $3,6-4\ \mu\text{m}$; exina de $0,9-1,1\ \mu\text{m}$ de espesor; en casi ningún ejemplar se observan diferencias entre la sexina y la nexina, pudiendo ser que ambas presenten el mismo grosor; téctum completo; infratéctum sin columelas; superficie psilada, o ligeramente escabrida al M.O.

Observaciones

Algunos de los granos estudiados presentan una gran semejanza con los de la especie *Sapotaceoidapollenites sapotoides* (Pf.) R. Pot. Ésta se ha hallado en el Egeriense, Karpatiense, Badeniense y Sarmatiense de Hungría.

Orden Primulales

Familia Myrsiniaceae R. Brown, 1810

Los primeros registros de esta familia son palinomorfos del Oligoceno de Nueva Zelanda que se pueden relacionar con el género *Suttonia* Hook. Palinomorfos atribuibles al género *Rapanea* Aubl., se han hallado en el Plioceno de Colombia (MULLER, 1981).

La familia Myrsiniaceae presenta en la actualidad unos 30 géneros y 1.000 especies ampliamente distribuidas por regiones tropicales y subtropicales de ambos Hemisferios (CRONQUIST, 1981).

MACRORRESTOS

Myrsiniaceae

(Lám. XVIII, fig. 3)

Material

Se ha estudiado un único fragmento basal de la impresión de una hoja en mal estado de conservación procedente de Coll de Saig: MNCNV-4655.

Descripción del material

Fragmento basal de un resto foliar; longitud conservada: 4,4 cm; anchura máxima: 3,1 cm; base decurrente; margen liso; nerviación curvipinnada simple; nervio primario robusto; nervios secundarios muy delgados, con ángulo de divergencia $\approx 45^\circ$ y curso uniformemente curvado; presencia de nervios intersecundarios en número de 2-3 entre cada par de nervios secundarios; nerviación terciaria reticulada al azar formando areolas poligonales bien desarrolladas.

Observaciones

Este resto foliar podría compararse con hojas de especies actuales de la familia Myrsiniaceae, incluidas en los género *Myrsine* L. y *Pleiomeris* A. Dc. LAURENT (1904-1905) describió en el Plaisanciense de Pas-de-la-Mougudo la especie *Myrsine martyi*, que presenta una morfología parecida a la de nuestro ejemplar. No obstante, para asignar sin ninguna duda este resto foliar a un género determinado deberíamos encontrar ejemplares completos en buen estado de preservación. Esta es la primera vez que se cita esta familia en el Mioceno Superior de la Cerdaña.

Familia Primulaceae Ventenat, 1799

Sus registros son muy escasos, datando la primera cita del Mioceno Superior de Venta del Moro, España (MULLER, 1981), correspondiendo al tipo *Samolus valerandi* L. No es frecuente hallar palinomorfos de esta familia, seguramente debido a su dispersión entomófila, por lo que el hallazgo de estos granos de polen en los afloramientos de Venta del Moro presenta una gran importancia desde el punto de vista paleobotánico.

La familia Primulaceae hoy en día consta de 30 géneros y unas 1.000 especies que se distribuyen fundamentalmente por regiones templadas y frías del Hemisferio Norte, y por montañas tropicales (CRONQUIST, 1981).

En el Mioceno Superior de la Cerdaña únicamente se ha detectado la presencia de palinomorfos.

MICRORRESTOS

***Primula* sp.**

(Lám. XVIII, fig. 5)

Granos de polen asignables a este género han sido detectados de una forma puntual en los afloramientos de Prats, barranco de Salanca y en la mina de Sanavastre.

Descripción del material

Granos sincopados; isopolares; radialmente simétricos; no se han observado en vista ecuatorial; circulares en vista polar; $E \approx 35 \mu\text{m}$; colpos de aproximadamente $1,5\text{-}2 \mu\text{m}$, anastomosados en los polos; exina de unas $1,3 \mu\text{m}$; sexina=nexina; téctum completo; infratéctum columelado; superficie microrreticulada.

Subclase Rosidae

Orden Rosales

Familia Rosaceae A. L. de Jussieu, 1789

El registro fósil de esta familia fue calificado como ambiguo por CRONQUIST (1981), ya que restos asignables a un género considerado avanzado, como *Rosa* L., ya se encontraban en los sedimentos paleocenos o eocenos de Norteamérica, extendiéndose en el Oligoceno. Leños asignables al género *Prunus* L., se han hallado en el Eoceno de Yellowstone, Estados Unidos (CRONQUIST, 1981); en el Oligoceno de Tsugazaki, Japón (SUZUKI, 1984); y en el Mioceno Inferior de Nesorí, Japón (TAKAHASHI & SUZUKI, 1988).

Los primeros palinomorfos asignables a esta familia fueron registrados en el Oligoceno y en el Mioceno Inferior de Camerún, siendo asignables al tipo *Parastemon* A. Dc. (MULLER, 1981).

Según CRONQUIST (1981), la familia Rosaceae se encuentra integrada por unos 100 géneros y alrededor de 3.000 especies de distribución casi cosmopolita, siendo más común en las regiones templadas y subtropicales del Hemisferio Norte.

En el Mioceno Superior de la Cerdaña solamente se han hallado granos de polen en muy escasa proporción.

MICRORRESTOS

Rosaceae

(Lám. XVIII, fig. 12)

Palinomorfos asignables a esta familia únicamente se han hallado en la carretera de Balltarga a Pi. Dada la escasez de éstos y su estado de conservación no podemos relacionarlos con ningún género en concreto, por lo que se han descrito como Rosaceae.

Las plantas que tuvieron granos de polen de este tipo presentaron una polinización entomófila.

Descripción del material

Granos 3-zonocolporados; isodiamétricos; radialmente simétricos; prolatos en vista ecuatorial; circulares en vista polar; $P \approx 34,4 \mu\text{m}$; $E \approx 15 \mu\text{m}$; colpos estrechos de $1,25 \mu\text{m}$; poros más o menos circulares de alrededor de $3,7 \mu\text{m}$ de luz; exina de $\approx 1,9 \mu\text{m}$ de espesor; nexina=sexina; téctum completo; infratécum columelado; superficie estriada, con estrías dispuestas en disposición longitudinal, según la dirección del eje polar.

Orden Fabales

Familia Mimosaceae R. Brown in Flinders, 1814

Los restos más antiguos supuestamente asignables a esta familia son folíolos del Cretácico Inferior de Norteamérica, pero ninguno de éstos ha sido evaluado desde el punto de vista de su cutícula (CREPET & DILCHER, 1977). Aunque estos últimos autores hacen referencia a tétrades de polen del Cenomaniense, MULLER (1981), expresa que los primeros restos polínicos sin lugar a duda provienen del Eoceno medio del Camerún, siendo mónadas incluidas en la especie parataxónica: *Brevicolporites guinetti* Salard-Chebouldaeff. Los primeros palinomorfos relacionables con el género *Acacia* Mill., provienen del Eoceno superior de Camerún, estando incluidos en la especie *Polyadopollenites vancampoi* Salard-Chebouldaeff (MULLER, 1981).

Esta familia es incluida como subfamilia en Fabaceae por algunos autores como HEYWOOD (1985), presentando hoy en día unos 40 géneros y 2.000 o más especies extendidas por regiones tropicales o subtropicales, especialmente en climas áridos o semiáridos (CRONQUIST, 1981).

En el Mioceno Superior de la Cerdaña únicamente se han hallado palinomorfos asignables a esta familia.

MICRORRESTOS

Tipo *Acacia* sp.

(Lám. XIX, fig. 6)

Este tipo de polen, detectado por primera vez en la Cerdaña, solamente ha sido registrado en el torrente de Vilella, debiendo ser relacionado con el género *Acaciopollenites* Mildenhall. La dispersión de los granos de polen de este género se lleva a cabo de forma entomófila por lo general, aunque existen algunas Mimosaceae ornitófilas según CREPET & DILCHER (1977).

Descripción del material

Granos agrupados en políadas, observándose un núcleo central de cuatro células rodeado por otras cuatro; diámetro de la políada $\approx 40 \mu\text{m}$; granos isopolares con diámetro de $\approx 16 \mu\text{m}$; no se observan aperturas; exina de unas $2 \mu\text{m}$ de grosor; sexina=nexina; téctum completo; superficie escábrida.

Familia Caesalpinaceae R. Bronw in Flinders, 1814

Los primeros restos asignables a esta familia son palinomorfos del Maastrichtiense de Siberia, incluidos en el género parataxónico *Sindorapollis* Krutzsch (MULLER, 1981). Los primeros granos de polen asignables al género *Caesalpinia* L., fueron registrados en el Eoceno Inferior de Venezuela. Frutos asignables a este género se han hallado en el Eoceno medio de Norteamérica (HERENDEEN & DILCHER, 1991). Según estos últimos autores, la mayoría de los folíolos fósiles asignados a *Caesalpinia* deberían ser reevaluados.

Al igual que la familia anterior, algunos autores como HEYWOOD (1981) la incluyen como subfamilia dentro de Fabaceae. Consta actualmente de unos 150 géneros y alrededor de 2.200 especies que se encuentran distribuidas fundamentalmente en regiones tropicales y subtropicales (CRONQUIST, 1981).

En el Mioceno Superior de la Cerdaña se han hallado folíolos dispersos de una forma poco abundante.

MACRORRESTOS

Caesalpinia sp.

(Fig. 51; Lám. XIX, fig. 1)

- 1905 - *Robinia pseudoacacia*, MARTY, pág. 17, pl. V, fig. 7.
1950 - *Cassia lignitum*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 163.
1950 - *Leguminosites proserpinae*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 163.
1951 - *Podogonium lyellianum*, BATALLER, pág. 141.
1955 - *Cassia lignitum*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 126-127, lám. XLVIII, fig. 5.
1955 - *Leguminosites proserpinae*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 133-134, lám. XLIX, figs. 1, 3.
1955 - *Podogonium knorrii*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 131, lám. XLVIII, fig. 3.
1955 - *Dicotyledonea* sp., MENÉNDEZ AMOR, pág. 182, lám. LII, fig. 1.
1977 - *Cassia lignitum*, SANZ DE SIRIA, pág. 27.
1980b - *Cassia lignitum*, SANZ DE SIRIA, pág. 22.
1988 - *Podogonium lyellianum*, VICENTE I CASTELLS, pág. 50, lám. IV, figs. 9-10.

Material

Se han estudiado 8 ejemplares como impresiones y compresiones sin la cutícula preservada, en un regular estado de conservación, procedentes de los afloramientos de Can Pilbre, Prats y barranco de Salanca: MNCNV-270, MNCNV-305, MNCNV-337, MNCNV-349, MNCNV-352, MNCNV-498.

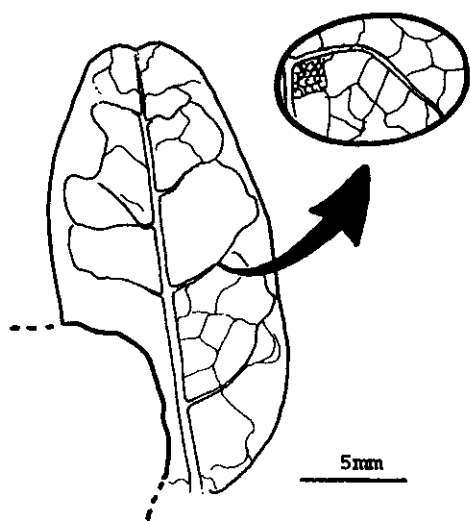


Fig. 51. *Caesalpinia* sp. MNCNV-305

Descripción del material

Restos foliolares, cortamente peciolulados; peciolulo $\approx 0,1$ cm; limbo elíptico; longitud del limbo: 2,3-1,8 cm; anchura máxima del limbo: 1,1-0,6 cm; distancia de la zona de máxima anchura a la base: 1,02-0,8 cm; ápice de retuso a redondeado; base redondeada; margen liso; nerviación reticulipinnada; 4-5 pares de nervios secundarios que se curvan abruptamente con ángulo de divergencia $>45^\circ$ o recto; nerviación terciaria reticulada al azar (Lám. XIX, fig. 1b); nervios de rango inferior reticulados

ortogonalmente, formando areolas cuadrangulares bien desarrolladas.

Observaciones

Posiblemente los restos estudiados pudieran relacionarse con la especie *C. falconeri* Heer, del Sarmatiense de Suiza (HEER, 1859), o con *Caesalpinites (Copaifera) leptobiifolius* descrita por SAPORTA (1965), en el Aquitaniense de Armissant. Desgraciadamente, nuestros

ejemplares no se encuentran en óptimo estado de preservación, amén de ser escasos. Por esta razón, aunque parece innegable su atribución al género *Caesalpinia*, no podemos asignarlos a ninguna especie en concreto. Esta es la primera vez que se cita este género en la Cerdaña.

Familia Fabaceae Lindley, 1836

Los primeros registros de esta familia son palinomorfos hallados en el Mioceno Superior (CRONQUIST, 1981). No obstante, MULLER (1981), indica que los primeros restos polínicos de esta familia no aparecen hasta el Plioceno.

Restos macroscópicos atribuibles a Fabaceae no se pueden asignar con seguridad hasta el Mioceno, aunque existen citas dudosas del género *Cercis* L., en el Oligoceno.

Esta familia se encuentra hoy en día integrada por unos 400 géneros y alrededor de 10.000 especies de distribución cosmopolita (CRONQUIST, 1981). Presenta una difusión entomófila de sus granos de polen.

En los afloramientos de la Cerdaña únicamente se han hallado palinomorfos asignables a esta familia.

MICRORRESTOS

Tipo *Robinia* sp.

(Lám. XIX, fig. 5)

Este tipo de polen aparece de forma puntual o apreciable en todos los afloramientos de la Cerdaña menos en el de Can Vilella y camino al Serrat de Nas. Este tipo de polen es muy parecido a la especie parataxónica *Laesopollis laesus* descrita por MENKE (1976) en el Plioceno de Oldenswort, Alemania.

Esta es la primera cita de este tipo en la Cerdaña y en todo el Terciario español.

Descripción del material

Granos 3-zonocolpados; isopolares; radialmente simétricos; subprolatos en vista ecuatorial; más o menos circulares en vista polar; $P \approx 31,8 \mu\text{m}$; $E = 36-27 \mu\text{m}$; colpos con forma de barca, con $\approx 4-8 \mu\text{m}$ de anchura en el ecuador; exina con $2-1,5 \mu\text{m}$ de espesor; sexina dos veces más gruesa que la nexina; téctum completo; infratécum columelado; superficie granulado-escábrida.

Tipo *Ononis* sp.

(Lám. XIX, fig. 3)

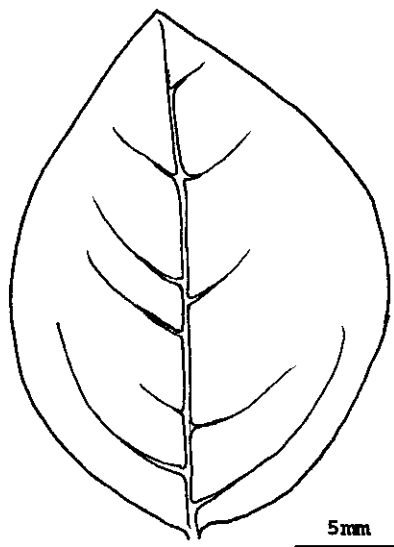
Únicamente se han podido estudiar dos granos, uno de ellos procedente del yacimiento de Beders y el otro del de Prats. Esta es la primera cita en el Mioceno Superior de la Cerdaña y de todo el Terciario español.

Descripción del material

Granos 3-zonocolporados; isopolares; radialmente simétricos; subprolotos en vista ecuatorial; esféricos en vista polar; $P \approx 37,2 \mu\text{m}$; $E \approx 28 \mu\text{m}$; colpos estrechos de unas $1,8 \mu\text{m}$ de anchura; poros elípticos alargados, con diámetro longitudinal de alrededor de $7,27 \mu\text{m}$; exina de unas $2,5 \mu\text{m}$ de espesor; sexina=nexina; téctum perforado; infratéctum columelado; superficie reticulada y granulada.

Fabales indet.

Incluimos en este apartado un conjunto de macrorrestos que dadas sus características morfológicas se podrían relacionar con las tres familias anteriormente mencionadas.



a) tipo 1 (Fig. 52; Lám. XIX, fig. 4):

1945 - *Andromeda tremula*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 346, lám.

VII.

Material

Se han estudiado cinco ejemplares conservados como impresiones, en un regular estado de conservación, procedentes de Coll de Saig: MGBV-9496, MGBV-10032, MGM-1084M, MNCNV-499, MNCNV-4466.

Descripción del material

Restos foliolares de aspecto coriáceo, cortamente peciolulados; peciólulo: 0,2-0,15 cm; limbo de oval a lanceolado; longitud del limbo: 3,6-2,5 cm; anchura máxima del limbo: 1,9-1,2 cm; distancia de la zona de máxima anchura a la base: 1,2-0,9 cm; ápice agudo; base redondeada; margen liso; nerviación no bien preservada pero con apariencia de haber sido curvipinnada; nervios secundarios con curso curvado

Fig. 52. Fabales tipo 1 MGM-1084M

uniformemente y ángulo apical $\geq 45^\circ$; no se observa nerviación terciaria.

Observaciones

Este tipo de resto fue determinado por KNOBLOCH (1969), como "*Cassia*" aff. *hyperborea* Ung. sensu Heer. Nosotros pensamos que quizás también pudiera compararse con la especie fósil *Cassia berenices* Ung. (HEER, 1859).

b) tipo 2 (Fig. 53; Lám. XIX, fig. 2):

1955 - *Robinia regeli*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 129, lám. XLVII, fig. 2.

Material

Se han estudiado dos ejemplares preservados como impresiones, en regular estado de conservación, procedentes del yacimiento de Coll de Saig: MGBG-A-125, MNCNV-334.

Descripción del material

Restos foliolares de aspecto coriáceo, cortamente peciolulados; peciolulo $\approx 0,45$ cm; limbo elíptico; longitud del limbo; 3,1 cm; anchura máxima del limbo: 2,1 cm; distancia de la zona de máxima anchura a la base: 1,3 cm; ápice retuso; base redondeada; margen liso; nerviación mal preservada, curvipinnada; nervios secundarios con curso curvado uniformemente con ángulo de divergencia $\geq 45^\circ$; no se observa nerviación terciaria.

c) tipo 3 (Fig. 54a; Lám. XIX, fig. 12):

Legumbre

Material

Un sólo ejemplar procedente del Barranco de Salanca conservado como compresión sin cutícula preservada, en mal estado de conservación: MNCNV-4699.

Descripción del material

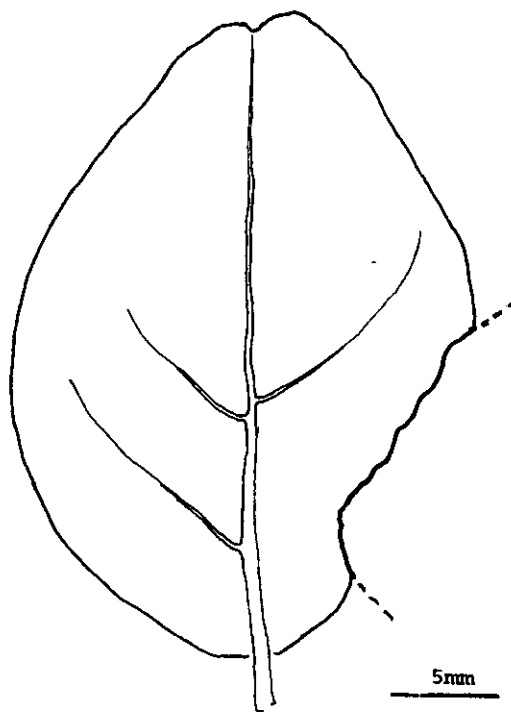


Fig. 53. Fabales tipo 2 MNCNV-334

Se trata de un fragmento de legumbre al que le faltan los dos ápices; longitud conservada: 1,4 cm; anchura en su zona central: 0,42 cm; en los márgenes aparece una zona recorrida por gran número de nervios; aparecen una serie de marcas paralelas, perpendiculares al borde del fruto que parecen delimitar tres semillas.

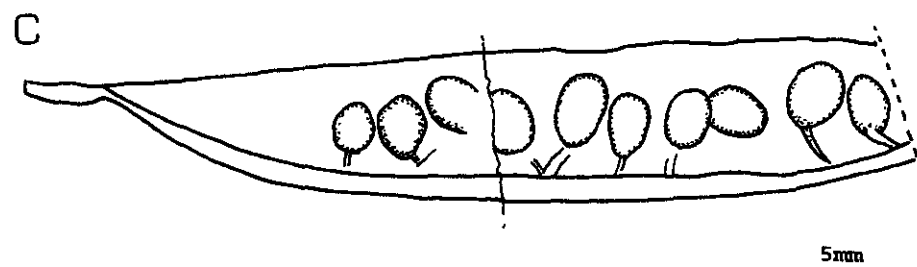
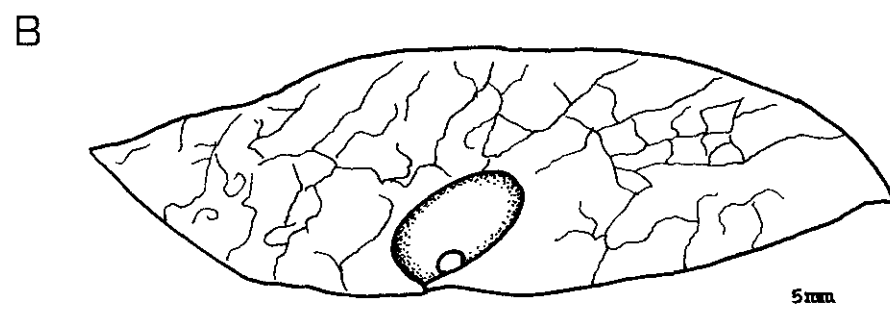
d) tipo 4 (Fig. 54b; Lám. XIX, fig. 11): **Legumbre**

Material

Un único ejemplar en buen estado de conservación, correspondiente a una impresión colectado en el yacimiento de Coll de Saig: CJQ-013.

Descripción del material

Legumbre monosperma con forma ahusada, aunque se encuentra algo escotada en la zona de inserción de la semilla a la vaina; longitud: 3,1 cm; anchura: 0,9 cm; semilla



redondeada de unos 0,3 cm; el fruto entero se encuentra atravesado por nervios que se distribuyen sobre él de una forma más o menos irregular, formando una red poligonal.

Observaciones

Este tipo de fruto se parece a los que HABLY (1992) describe en el

Fig. 54. Fabales:
A) tipo 3 MNCNV-4699. B) tipo 4 CJQ-013. C) tipo 5 CJQ-014.

Egeriense, Karpatiense y Sarmatiense de Hungría, como *Leguminocarpon* tipo IV. El autor anteriormente citado relaciona este tipo de legumbre con el género *Dalbergia* L., que presenta legumbres de dispersión anemócora. Sin embargo nosotros no hemos conseguido comparar esta legumbre con las de ningún género conocido.

e) tipo 5 (Fig. 54 c; Lám. IXI, fig. 7): **Legumbre**

Material

Un sólo ejemplar en buen estado de conservación correspondiente a una impresión colectada en el yacimiento de Coll de Saig: CJQ-014.

Descripción del material

Fragmento de legumbre alargada a la que le falta el extremo distal; longitud: 7,5 cm de longitud; anchura: 1,5 cm; extremo proximal ahusado; presenta 10 semillas redondeadas de unos 5 mm de diámetro; presenta una sutura placentar muy clara que recorre longitudinalmente todo el fruto, de ella salen los funículos en donde se insertan las semillas; distancia entre los funículos: 0,4 cm; no se observa nerviación sobre el fruto.

Orden Proteales

Familia Elaeagnaceae A. L. de Jussieu, 1789

El registro fósil de esta familia es escaso estando referido a palinomorfos. Los restos más antiguos fueron hallados Oligoceno de Europa Central, e incluidos en la especie *Slowakipollis hippophaeoides* Krutzsch (MULLER, 1981).

Esta familia presenta actualmente 3 géneros y alrededor de 50 especies, que habitan principalmente en regiones templadas y subtropicales del Hemisferio Norte, aunque también se extienden también por Asia Tropical y el Norte de Australia (CRONQUIST, 1981).

En los sedimentos de la Cerdaña se han encontrado esporádicamente algunos granos de polen.

MICRORRESTOS

***Elaeagnus* sp.**

(Lám. XIX, fig. 10)

Palinomorfos asignables a este género se han obtenido de forma puntual en las minas

de Sanavastre y Sampson y en el yacimiento de Oliá, pudiendo relacionarse con los que integran el género *Slowakipollis* W. Kr.

El género *Elaeagnus* L., presenta una dispersión entomófila de sus granos de polen.

Descripción

Granos 3-zonocolporados; isopolares; radialmente simétricos; no se han observado en vista ecuatorial; triangulares de contorno plano en vista polar; $P=30,5-29\ \mu\text{m}$; colpos cortos; nexina muy gruesa alrededor de los ori, en los mesocolpos aproximadamente del mismo grosor que la sexina; téctum completo; infratéctum sin columelas; superficie escábrida.

Familia Proteaceae A. L. de Jussieu, 1789

Los primeros registros que se conocen de esta familia son palinomorfos asignables al tipo *Guevina* Juss., del Maastrichtense del Norte de Sudamérica y África Central.

La familia Proteaceae está integrada en la actualidad por unos 75 géneros y más de 1.000 especies extendidas en regiones tropicales y subtropicales, y en las zonas más cálidas del Hemisferio Sur (CRONQUIST, 1981).

Restos foliares de proteáceas se han colectado en el Chatiense de Sagor y Sotzka y en el Mioceno Inferior de Häring; así como en el Terciario de Australia (ZITTEL, 1891).

En el Mioceno Superior de la Cerdaña se han hallado dos restos foliares que quizás pudieran relacionarse con algún género de esta familia.

MACRORRESTOS

cf. *Protea lingulata* Heer, 1856

(Fig. 55; Lám. XIX, fig. 8)

- * 1856 - *Protea lingulata*, HEER, pág. 95, lám. XCVII, figs. 19-20.
- 1870-1872 - *Protea lingulata*, SCHIMPER, pág. 778.
- 1955 - *Timeleácea* sp., MENÉNDEZ AMOR, págs. 180-181, lám. L, fig. 4.
- 1969 - "*Protea*" cf. *lingulata*, KNOBLOCH, págs. 36-37, fig. 74, lám. VII, figs. 2, 2a, 3, 3a, 7, 7a.
- 1988 - *Protea lingulata*, VICENTE I CASTELLS, pág. 38, lám. II, figs. 16-17.
- 1988 - *Protea monjovisciana*, VICENTE I CASTELLS, pág. 38-39, lám. 2, figs. 18-23.

Material

Se han estudiado tres ejemplares preservados como impresiones en mal estado de conservación. Una de ella no tiene localidad conocida (MNCNV-959), y las otras dos proceden del barranco de Salanca (MNCNV-690, MNCNV-743).

Diagnosis original (HEER, 1856)

P. foliis sessilibus, linguiformibus, basi valde angustatis apice obtusis, rotundatis; nervo medio apicem versus evanescente, nervis secundariis sub angulo peracuto egredientibus, hyphodromis.

Descripción del material

Restos foliares cortamente peciolados; peciolo de unos 0,25 cm; limbo oblanceolado; longitud del limbo: 3,3-2,1 cm; anchura máxima del limbo: 0,5-0,4 cm; distancia de la zona de máxima anchura a la base: 2,6-1,6 cm; ápice redondeado; base cuneada; margen liso; nerviación curvipinnada simple; no se observa con claridad la nerviación secundaria, parece que existen de 4 a 5 pares de nervios secundarios con ángulo de divergencia agudo $<45^\circ$ que se curvan uniformemente; no se observa nerviación terciaria.

Observaciones

Estamos de acuerdo con KNOBLOCH (1969), en considerar posible la adscripción de estos restos foliares al género *Protea* L., pero sin afirmarlo taxativamente, ya que este tipo foliar aparece en varios tipos de angiospermas herbáceas. Además no existen estudios cuticulares que confirmen la pertenencia de este tipo foliar a la familia Proteaceae.

Estos restos, de poder asignarse al género *Protea*, se encontrarían relacionados con las especies actuales: *P. celocephala* Meissin., *P. lepidocarpon* R. Br. y *P. mellifera* Thumb. (VICENTE I CASTELLS, 1988).

Distribución estratigráfica y geográfica

-Aquitaniense. Montenailles, Laussane y Weintalde, Berna, Suiza (SCHIMPER, 1870-1872).

-Burdigaliense-Helvetiense. Znojmo, Moravia, Checoslovaquia (KNOBLOCH, 1969).

-Sarmatiense. Toscana, Italia (SCHIMPER, 1870-1872).

-Tortonense. Montjuïc, Barcelona, España (VICENTE I CASTELLS, 1988).

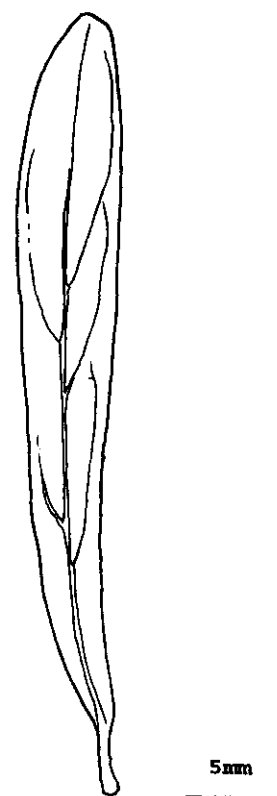


Fig. 55. cf. *Protea lingulata* MNCNV-690

-Vallesiense. La Cerdaña, Lérida, España.

Orden Haloragales

Familia Haloragaceae R. Brown in Flinders, 1814

Los primeros restos fósiles asignables a esta familia son palinomorfos del Paleoceno superior de la Cuenca de París, tratándose de granos de polen semejantes a los de las especies *Myriophyllum amphibium* y *M. alterniflorum* Dc. (MULLER, 1981).

Esta familia en la actualidad se encuentra integrada por 8 géneros y alrededor de 100 especies de distribución casi cosmopolita (CRONQUIST, 1981).

En el Mioceno Superior de la Cerdaña sólo se han hallado palinomorfos relacionables con esta familia.

MICRORRESTOS

***Myriophyllum* sp.**

(Lám. XIX, fig. 9)

Se han encontrado de forma puntual granos de polen asignables a este género en los afloramientos de la carretera de Bellver a Pi, Prats, riu de Santa María, vertedero de Sampsor y en las minas de Sampsor y Sanavastre; siendo del tipo *M. spicatum* L., descrito por ENGEL (1978) Y DÍEZ in VALDÉS **et al.** (1987).

Este género presenta flores anemófilas.

Descripción del material

Granos 4-zonoporados; subisopolares; radialmente simétricos; no se han observado en vista ecuatorial; cuadrangular-anguloaperturados en vista polar; $E \approx 29 \mu\text{m}$; poros de aproximadamente $3,75 \mu\text{m}$ de diámetro, bordeados por un anillo con cerca de $5 \mu\text{m}$; espesor de la exina de unas $1,8 \mu\text{m}$ en los mesoporios y de $3,75$ alrededor de los poros; sexina y nexina difíciles de distinguir; tectum completo; infratectum sin columelas; superficie escábrida y perforada.

Familia Thymelaeaceae A. L. de Jussieu, 1789

Esta familia hoy en día se encuentra constituida por unos 50 géneros y 500 especies de distribución cosmopolita (CRONQUIST, 1981).

Sus primeros registros están referidos a palinomorfos del Eoceno inferior del Sur de Europa, incluidos en el tipo *Daphne* L. (MULLER, 1981). Macrorrestos aparecen en el Oligoceno y en estratos más recientes (CRONQUIST, 1981).

En los sedimentos de la Cerdaña únicamente hemos identificado granos de polen atribuibles a esta familia.

MICRORRESTOS

Thymelaeaceae

(Lám. XX, fig. 3)

Polen asignable a esta familia aparece por primera vez en la zona estudiada de forma puntual en los afloramientos del barranco de Salanca, camino al Serrat de Nas, y en las minas de Sanavastre y Sampsor. Parece ser asignable al tipo *Thymelaea villosa* (L.) Endl., descrito por CANDAU in VALDÉS *et al.* (1987), el cual engloba especies tanto del género *Thymelaea* Endl. como del género *Daphne*. Por esta razón los palinomorfos ceretanos se estudian en este apartado asignándose a la familia y no a un género en concreto.

Esta familia presenta una polinización entomófila de sus flores.

Descripción del material

Granos pantoporados; apolares; radialmente simétricos; diámetro≈23-22 µm; poros de contorno irregular de alrededor de 1,5-1 µm de luz; exina gruesa de unas 4-3,5 µm; sexina 5-6 veces más gruesa que la nexina; téctum parcial; infratécum columelado; superficie reticulada con elementos ornamentales de morfología variable sobre los muros.

Familia Trapaceae Dumortier, 1828

Los primeros restos fósiles son frutos del Paleoceno de Point Rock, Grupo Laramie, USA (fide ÁLVAREZ RAMIS & FERNÁNDEZ MARRÓN, 1981a). Palinomorfos se han hallado por primera vez en el Mioceno Inferior de Bohemia, incluyéndose en el género parataxónico: *Sporotrapoidites* Klaus (MULLER, 1981).

Esta familia en la actualidad se encuentra integrada por un sólo género y alrededor de 15 especies nativas África tropical y subtropical y Eurasia (CRONQUIST, 1981).

En el Mioceno Superior de la Cerdaña se han encontrado restos macroscópicos referibles a frutos, y palinomorfos.

MICRORRESTOS

Trapa sp.

(Lám. XX, fig. 7)

Palinomorfos perteneciente a este género se han hallado por primera vez en la Cerdaña de forma puntual o abundante en el yacimiento del vertedero de Sampsor y en las minas de Sampsor y Sanavastre, siendo relacionable con la especie parataxónica *Sporotrapoidites illigensis* Klaus, según lo descrito por SKAWIŃKÁ (1985) y lo expuesto por MOHR & GEE (1990). Esta paraespecie se parece al polen de la especie actual *Trapa natans* L. (MOHR & GEE, 1990), habiéndose encontrado en el Mioceno Inferior de Checoslovaquia, Mioceno de Rypia (Polonia), Mioceno Superior de Gerlachów (Polonia) y en el Plioceno de Austria (SKAWIŃKÁ, 1985).

Este género presenta una polinización hidrófila.

Descripción del material

Granos 3-zonocolpados, aunque los colpos se encuentran cubiertos por las crestas; isopolares; radialmente simétricos; suboblatos en vista ecuatorial; triangulares en vista polar; $P \approx 101,25 \mu\text{m}$; $E \approx 131,25 \mu\text{m}$; sexina se separa de la nexina formando tres crestas meridionales, las cuales se juntan en los polos; sexina de las crestas no homogénea, con diferentes grosores; superficie granulada y/o verrucada.

MACRORRESTOS

Trapa ceretana RÉROLLE, 1884-1885

(Lám. XX, fig. 8)

- * 1884-1885 - *Trapa ceretana*, RÉROLLE, págs. 378-379, pl. XIV, fig. 11.
- 1890 - *Trapa silesiaca*, BOULAY, pág. 41-42, pl. VI, figs. 10-11.
- 1922 - *Trapa silesiaca*, DEPAPE, págs. 200-202, pl. XIII, figs. 2-4.
- 1945 - *Trapa ceretana*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 345.
- 1946 - *Trapa* af. *natans*, TEIXEIRA, págs. 8-9, est. VII, figs. 1-4.
- 1950 - *Trapa ceretana*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 163.
- 1951 - *Trapa ceretana*, BATALLER, pág. 141.
- 1955 - *Trapa ceretana*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 140, lám. XLVI, fig. 1.
- 1967 - *Trapa moravica*, OPRAVIL & KNOBLOCH, págs. 117-121, lám. VII-X.
- 1981 - *Trapa ceretana*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 558.
- 1981 - *Trapa heeri*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 558.
- 1981 - *Trapa* sp., ÁLVAREZ RAMIS, pág. 558.
- 1981b - *Trapa ceretana*, ÁLVAREZ RAMIS & FERNÁNDEZ MARRÓN, págs. 183, 186, 187, 188, fig. 13.
- 1981 - *Trapa ceretana*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, pág. 35.
- 1981 - *Trapa* sp., ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, pág. 35.
- 1989 - *Trapa* sp., MEIJER, págs. 68-69, lám. 25, fig. 6.

Material

Se han estudiado 15 ejemplares en forma de impresiones y compresiones en buen y regular estado de conservación, procedentes de los afloramientos de Alp, Coll de Saig, carretera de Bellver de Cerdanya a Pi y la mina de Sanavastre:

MGM-1085M, MNCNV-287, MNCNV-4689, MNCNV-4690, MNCNV-4691, MNCNV-4692, MNCNV-4693, MNCNV-4694, MNCNV-4695, UCM-CMS-1, UCM-CMS-2, UCM-CMS-3, UCM-CMS-4, UCM-MS-001, UCM-MS-003.

Diagnosis original (RÉROLLE, 1884-1885)

T. nucibus latis, e basi attenuata in spinam conicam mediam inque spinas laterales duas angustas, patentes, acutissimas productis, longitudinaliter dense striatis.

Descripción del material

Nueces globosas con forma más o menos esférica; longitud: 4,6-2,8 cm; anchura: 3,9-1,7 cm; cono germinal redondeado; zona basal, coincidiendo con la parte más ancha del fruto y la zona de inserción de éste en la planta, truncada; dos espinas largas y estrechas, con longitud de 2,7-2,1 cm y anchura en su zona de inserción con el fruto de 0,5-0,4 cm, desarrollándose siempre a ambos lados de la zona basal; existencia de una a tres cicatrices en el centro del fruto, la central usualmente más desarrollada, éstas son cicatrices de inserción de espinas que no se conservan al encontrarse los ejemplares como impresiones; en algunas ocasiones aparece una espina en posición apical. En resumen los frutos de esta especie tenían entre 3 y 6 espinas, aunque no sabemos si éstas eran del mismo tamaño o de tamaños diversos, como ocurre en especies como *T. silesiaca* Goepp. (STUCHLIK et al., 1990); presencia de estrías en la zona apical del fruto que le debieron recorrer de forma longitudinal, siendo paralelas entre ellas.

Observaciones

Esta especie fue descrita en la Cerdaña por RÉROLLE (1884-1885), siendo muy próxima a *T. silesiaca*. Quizás los frutos ceretanos debieran ser asignados a esta especie, que fue descrita en el Mioceno Superior de Silesia, Polonia (GOEPPERT, 1855). Sin embargo nos encontramos con el problema de que los ejemplares colectados en la Cerdaña aparecen siempre en forma de impresiones que no dejan observar el número de espinas por fruto. Posiblemente *T. ceretana* poseyó hasta seis espinas, desgraciadamente, no podemos adivinar

si las espinas que presentaba *T. ceretana* eran del mismo tipo que las dos apicales, que siempre quedan representadas, o eran pequeñas y se encontraban en la mitad del fruto, como ocurre en los ejemplares del Mioceno Superior de Belchatów, Polonia (STUCHLIK *et al.*, 1990). Por la falta de información que presentan nuestros frutos con respecto a los de otros lugares, que aparecen en forma de carbonificaciones, hemos considerado seguir manteniendo la especie *T. ceretana*, aunque es posible que en el futuro, si llegamos a conseguir restos en otro estado de preservación podamos referir esta especie a *T. silesiaca*.

La especie ceretana es idéntica a *T. moravica*, descrita en el Pannoniense de Moravia por OPRAVIL & KNOBLOCH (1967). Basándonos en el principio de prioridad, esta especie no tiene valor taxonómico, debiéndose incluir en *T. ceretana*.

Parece posible una relación filogenética entre *T. ceretana* y la especie actual *T. natans* L., éstas, además del problema de las espinas que es el mismo ya comentado, presentan diferencias en la zona basal, presentándola menos desarrollado la especie ceretana (DEPAPE, 1922).

Distribución estratigráfica y geográfica

-Vallesiense. Sprendlingen, Rheinhessen, Alemania (MELLER, 1981); la Cerdaña, Lérida, España (RÉROLLE, 1884-1885).

-Pannoniense. Moravská Nová Ves, Moravia, Checoslovaquia (OPRAVIL & KNOBLOCH, 1967).

-Pontiense. Azambuja, Portugal (TEIXEIRA, 1946).

-Plaisanciense. Théziers, Gard, Francia (BOULAY, 1890).

-Astiense. Vacquières, Gard, Francia (DEPAPE, 1922).

Familia Onagraceae A. L. de Jussieu, 1789

Los primeros registros de Onagraceae están referidos a palinomorfos del Maastrichtiense de California (*Trivestibulopollenites* sp.) y de Brasil (*Jussitriporites* sp.) (MULLER, 1981). Frutos atribuibles al género *Circaea* L., aparecen a partir del Oligoceno (CRONQUIST, 1981).

Esta familia se encuentra hoy en día integrada por unos 17 géneros y alrededor de 675 especies (CRONQUIST, 1981), con distribución casi cosmopolita.

En los sedimentos de la depresión Ceretana únicamente hemos hallado granos de polen

de una forma escasa.

MICRORRESTOS

Epilobium sp.

(Lám. XX, fig. 1)

Polen referible a este género se ha hallado por primera vez en la Cerdaña en el yacimiento del vertedero de Sampsor y en las minas de Sampsor y Sanavastre, siendo referible al género parataxónico: *Jussiaepollenites* sp. Las distintas especies del género *Epilobium* L. presentan una polinización de tipo entomófilo.

Descripción del material

Granos 3-zonoporados, aspidados; subisopolares; radialmente simétricos; no se han observado en vista ecuatorial; triangulares con contorno de plano a convexo en vista polar; E=61,25-54,4 µm; poros de alrededor de 11,25 µm de luz; exina de 2,5-1 µm de espesor; sexina y nexina difíciles de distinguir; téctum completo; no se observan columelas en el infratéctum; superficie granulada al M. O.

Orden Cornales

Familia Nyssaceae Dumortier, 1829

Su registro fósil es abundante habiendo sido constatado por primera vez en el Paleoceno de España, Francia, Texas y Costas del Golfo de México, a partir de palinomorfos (MULLER, 1981). Frutos se han encontrado en gran número de depósitos a partir del Eoceno inferior. Restos foliares aparecen en numerosas ocasiones en asociación con frutos también desde el Eoceno. Leños han sido colectados en el Eoceno de Yellowstone, Estados Unidos (CRONQUIST, 1981).

La familia Nyssaceae está compuesta actualmente por 3 géneros y 7 u 8 especies que habitan en el Este de Norteamérica y en el Este de Asia (CRONQUIST, 1981).

En el Mioceno Superior de la Cerdaña se ha hallado un conjunto de palinomorfos asignables a esta familia.

MICRORRESTOS

Nyssa sp.

(Lám. XX, fig. 2)

Polen asignable a este género se ha encontrado de forma puntual en los afloramientos del barranco de Salanca, torrente de Vilella y en la mina de Sanavastre, siendo asignables a la especie parataxónica *Nyssapollenites pseudocruciatatus* (R. Pot.) Thierg., citada por NAGY (1985) en el Egeriense, Ottnangiense, Karpatiense, Badeniense, Sarmatiense, Pannoniense inferior y superior de Hungría. El género *Nyssa* L., presenta una polinización entomófila, aunque algunos de sus granos probablemente se dispersan de forma anemófila (LIEUX, 1983).

Descripción del material

Granos 3-zonocolporados; isodiamétricos; radialmente simétricos; de suboblatos a circulares en vista ecuatorial; circulares en vista polar; $P \approx 20,6 \mu\text{m}$; $E \approx 21,25\text{-}20 \mu\text{m}$; colpos de unas $2,5 \mu\text{m}$ de anchura, recorren longitudinalmente el grano terminando en los polos sin fusionarse; poros redondeados de unas $3\text{-}2 \mu\text{m}$ de diámetro; exina de alrededor de $2,5 \mu\text{m}$ de espesor; sexina=nexina; téctum completo; infratéctum columelado; superficie escábrida o algo verrucada.

Familia Cornaceae Dumortier, 1829

El registro fósil de esta familia es reducido. Se han descrito leños del Cretácico Superior semejantes a los de *Cornus* L., como *Cornoxydon* Conwentz, sin embargo este tipo de troncos podrían ser también asignados a los géneros *Symplocos* Jacq. y *Myrica* (EYDE, 1988).

Los primeros registros verdaderamente asignables a Cornaceae son frutos del Campaniense-Santoniense de Suecia (EYDE, 1988). Restos foliares se han descrito en el Eoceno del Norte de Dakota (TAYLOR & TAYLOR, 1993). Según MULLER (1981) el registro polínico de esta familia debe ser revisado ya que presenta granos semejantes a los de otras familias como Garryaceae y Nyssaceae.

Esta familia se encuentra hoy en día constituida por 11 géneros y alrededor de 100 especies extendidas en las regiones templadas del Norte y irregularmente distribuidas en regiones templadas y tropicales del Sur (CRONQUIST, 1981).

En el Mioceno Superior de la Cerdeña hemos encontrado un único resto foliar y palinomorfo asignables a esta familia.

MICRORRESTOS

Cornus sp.

(Lám. XX, fig. 5)

Granos de polen referibles a este género aparecen por primera vez en la Cerdaña de forma puntual en los afloramientos del barranco de Salanca, torrente de Vilella, torrente de la Bavosa, Carretera de Bellver de Cerdanya a Pi, y en las minas de Sanavastre y Sampsor. Posiblemente pueda ser relacionado con el tipo polínico de la especie actual *Cornus suecia* A. Crag., según lo expuesto por MOORE *et al.* (1991).

El género *Cornus* presenta una polinización entomófila.

Descripción del material

Granos 3-zonocolporados; isopolares; radialmente simétricos; subprolotos en vista ecuatorial; no se han observado en vista polar; $P \approx 28 \mu\text{m}$; $E \approx 26\text{-}23 \mu\text{m}$; colpos con forma de barca, anchura de los colpos $\approx 3 \mu\text{m}$; poros hundidos en el colpo, de apariencia lolongada con unas $4,5 \mu\text{m}$ de luz; exina de aproximadamente $2 \mu\text{m}$ de espesor; sexinas dos veces más gruesa que la nexina; téctum completo; infratéctum columelado; superficie ligeramente escábrida.

MACRORRESTOS

Cornus sp.

(Fig. 56; Lám. XX, fig. 6)

Material

Se han colectado dos restos foliares como impresiones en buen estado de conservación, procedentes del yacimiento de Coll de Saig: MNCNV-263, MNCNV-4701.

Descripción del material

Resto foliar peciolado; peciolo: 0,27 cm; limbo elíptico; longitud del limbo: 2,63 cm; anchura máxima del limbo: 1,38 cm; distancia de la zona de máxima anchura a la base: 1,2 cm; ápice agudo; base aguda; margen liso e irregularmente ondulado; nerviación curvipinnada simple; 8 pares de nervios secundarios de curso derecho con ángulo de divergencia $\approx 45^\circ$, siendo más ancho hacia la base y más estrecho hacia el ápice; nerviación de rango inferior

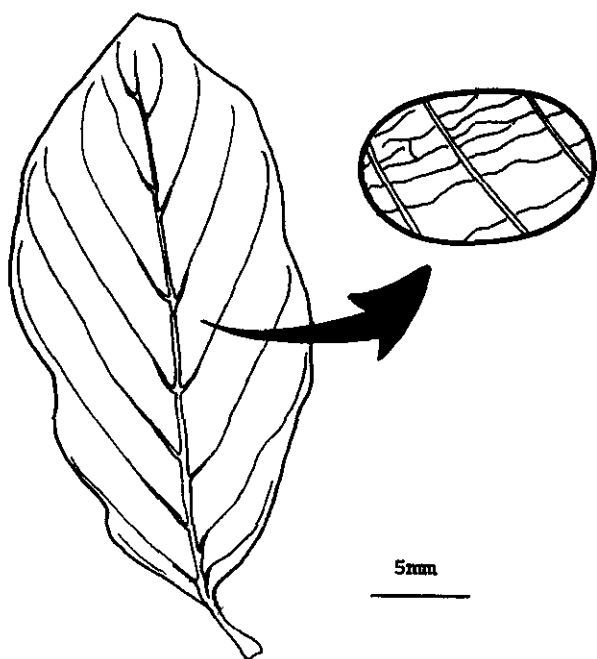


Fig. 56. *Cornus* sp. MNCNV-4701

a la secundaria mal preservada aunque la nerviación terciaria parece percurrente, y oblícua frente al nervio medio y la de rango inferior reticulada ortogonalmente.

Observaciones

Esta es la primera vez que se describen restos foliares atribuibles sin lugar a duda al género *Cornus* en el Vallesense de la Cerdaña.

Orden Santalales

Familia Viscaceae Miers, 1851

Los restos fósiles asignables a esta familia están referidos únicamente a palinomorfos, los más antiguos datan del Eoceno Inferior de Europa Central, siendo atribuibles al tipo *Arceuthobium* M. Bieb (MULLER, 1981).

Esta familia actualmente se encuentra integrada por 7-8 géneros y 350 especies de distribución cosmopolita (CRONQUIST, 1981).

MICRORRESTOS

Viscaceae

(Lám. XX, fig. 10)

Granos de polen atribuibles a esta familia aparecen de forma puntual en los afloramientos del torrente de Vilella, carretera de Bellver de Cerdanya a Pi y en la mina de Sanavastre. Parecen relacionables con el género *Viscum* L., pero presentan equinulas más delgadas, y posiblemente correspondan a la especie parataxónica, *Tricolporopollenites spinus* descrita por Krutzsch (1962), que aparece en Alemania en sedimentos desde la mitad del Oligoceno superior hasta el Plioceno.

Según CRONQUIST (1981), los diferentes géneros de esta familia presentan polinización anemófila o entomófila.

Descripción del material

Granos 3-zonocolporados; isopolares; radialmente simétricos; subprolatos en vista ecuatorial; circulares en vista polar; $P \approx 21,8 \mu\text{m}$; $E \approx 18 \mu\text{m}$; colpos de alrededor de $1 \mu\text{m}$ de anchura, recorren longitudinalmente todo el grano terminando en los polos distanciados unos de otros sin fusionarse; se destaca un engrosamiento de los colpos en la zona ecuatorial en donde se desarrollan los poros que casi no son visibles; exina de $\approx 1,5 \mu\text{m}$ de espesor; sexina=nexina; téctum completo; infratéctum sin columelas; superficie con espinas de hasta $3 \mu\text{m}$ de longitud, dispuestas por todo el grano.

Orden Celastrales

Familia Aquifoliaceae Bartling, 1830

Sus primeros registros están basados en palinomorfos del Turoniense del SE de Australia (MARTIN, 1977; MULLER, 1981), relacionables con el género *Ilex* L., e incluidos en el género parataxónico *Ilexpollenites* Thierg.

Esta familia se encuentra constituida actualmente por 4 géneros y unas 300-400 especies de distribución casi cosmopolita (CRONQUIST, 1981).

Aunque han sido citados restos macroscópicos de aquifoliáceas en el Mioceno Superior de la Cerdaña (MENÉNDEZ AMOR, 1955; ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE (1981), la morfología de éstos indica su relación con especies del género *Quercus*, en particular, con *Q. mediterranea*. Tras el estudio realizado hemos detectado únicamente palinomorfos asignables al género *Ilex*.

MICRORRESTOS

***Ilex* sp.**

(Lám. XX, fig. 11)

Granos de polen asignables a este género han sido hallados de forma puntual en todos los afloramientos de la Cerdaña salvo en los de Coll de Saig, Can Vilella y Prats. Hemos agrupado en este apartado granos que posiblemente pudieran pertenecer a especies diferentes ya que la aparición de formas intermedias entre los distintos morfotipos nos hacen considerar la posible existencia de fenómenos de polimorfismo en los palinomorfos estudiados.

Considerando las descripciones de NAGY (1985), parte del polen encontrado es comparable con la especie *Ilexpollenites iliacus* (R. Pot.) R. Pot., hallada en el Egeriense,

Karpatiense, Badeniense, Sarmatiense y Pannoniense de Hungría, aunque ésta presenta dimensiones menores en los granos que en los estudiados por nosotros. También hemos encontrado ejemplares relacionables con *Ilexpollenites propinquus* R. Pot., especie que presenta el mismo rango estratigráfico que la anterior y, del mismo modo, un tamaño inferior al de nuestros ejemplares.

El género *Ilex* presenta una polinización entomófila.

Descripción del material

Granos 3-zonocolporados; isopolares; radialmente simétricos; de subprolato a casi circulares en vista ecuatorial; circulares en vista polar; $P=42,7-29\ \mu\text{m}$; $E=33,6-21,8\ \mu\text{m}$; colpos con extremos redondeados de aproximadamente $2,2\ \mu\text{m}$ de anchura; poros redondeados de $\approx 2,7\ \mu\text{m}$ de luz; exina de $5-3,5\ \mu\text{m}$ de espesor; sexina unas 5 veces más gruesa que la nexina; granos intactados; superficie clavada.

Orden Euphorbiales

Familia Buxaceae Dumortier, 1822

Los restos más antiguos asignables a la familia Buxaceae son flores procedentes del Cretácico medio (Albense-Cenomanense) del Grupo Potomac (Este de Norteamérica), las cuales se incluyeron dentro del género *Spanomera* Drinnan, Crane, Friis & Pedersen (DRINNAN et al., 1991).

Granos de polen relacionables con los integrantes de esta familia (excluyendo *Spanomera*) tienen la misma procedencia (*Hexaporotricolpites* Boltenhagen); y del intervalo Campaniense-Daniense de Alemania (*Grootipollis calvoerdensis* Krutzsch & Lenk) (MULLER, 1981; DRINNAN et al., 1991).

La familia Buxaceae está hoy en día integrada por 5 géneros y alrededor de 60 especies con una distribución casi cosmopolita (CRONQUIST, 1981). Algunos autores como HUTCHINSON (1967), BARABÉ et al. (1982) y WEBSTER (1987) a causa de sus estomas y características florales la consideran integrante de la subclase Hamamelidae.

El único representante de la familia Buxaceae que se encuentra en los afloramientos del Mioceno Superior de la Cerdeña, es el género *Buxus* L.

Los primeros registros del género *Buxus* son de carácter palinológico. KEDVES (1962), describió palinomorfos tricolporados con endoaperturas múltiples semejantes a los de

algunos *Buxus*, en el Eoceno Inferior de Hungría. Éstos fueron incluidos dentro del género *Nagyipollis* Kedves. Los bojes son plantas fundamentalmente entomófilas. No obstante, quizás pudieran actuar también como anemófilas (RASOARIMALALA et al., 1982).

Los restos macroscópicos asignables al género *Buxus* son escasos, encontrándose únicamente en sedimentos Neógenos y Cuaternarios de Eurasia (KVAČEK et al., 1981). Éstos son fundamentalmente restos foliares, impresiones o compresiones con cutícula o sin ella, y más raramente, frutos; relacionables todos ellos con la sección *Buxus*.

Según KVAČEK et al. (1981), este género, que actualmente se encuentra extendido por Eurasia, Noreste, Centro y Sudeste de África, Socotra, Madagascar, América del Norte y Central, las Antillas, y Norte de Sudamérica, presenta unas 70 especies reunidas en cuatro secciones.

En los afloramientos de la Cerdaña están presentes tanto macrorrestos como palinomorfos asignables a este género.

MICRORRESTOS

Se han detectado dos tipos diferentes de palinomorfos asignables al género *Buxus*:

a) *Buxus* sp.1

(Lám. XX, fig. 9)

Este tipo es referible a la sección *Buxus* de este mismo género, y en particular al tipo *Buxus sempervirens* L., siendo idéntico al descrito por PUNT & MARKS (1991). Aparece de una forma puntual en la mina de Sanavastre y en los afloramientos del barranco de Salanca, camino de Balltarga a Bor, Beders y riu de Santa María.

Descripción del material

Granos pantoporados; isopolares; radialmente simétricos; esferoidales o más o menos elípticos, apareciendo usualmente algo deformados; diámetro=31,8-32,3 µm; poros pequeños y circulares en número elevado, con aproximadamente 3,6 µm de luz, no definidos por un anillo o ribete y sólo marcados por la desaparición de la exina; exina de 3,6 µm de espesor; sexina dos a tres veces más gruesa que la nexina; téctum perforado; infratéctum columelado; superficie microrreticulada, con lúmenes más o menos circulares.

Observaciones

Los granos de polen asignables a la sección *Buxus* aparecen a partir del Oligoceno inferior (BESSEDIK, 1983), siendo usual encontrar polen tipo *B. sempervirens* en los sedimentos de los yacimientos donde se colectan macrorrestos de la especie fósil *B. pliocenica* Sap. & Mar. Se podría suponer que la especie fósil y la actual pudieran tener granos de polen con las mismas características morfológicas.

b) *Buxus* sp.2

(Lám. XX, fig. 12)

Esta especie aparece representada en todos los afloramientos de la Cerdaña menos en el de la carretera de Bellver de Cerdanya a Pi y Can Vilella, siendo referible al tipo *B. liukiensis* Mak., descrito por BRÜCKNER (1993).

Descripción del material

Granos pantoporados; esferoidales; diámetro=35,5-29 µm; poros pequeños, de aproximadamente 1,3-2 µm, y desiguales entre sí, ya que ni son de la misma talla, ni de la misma morfología (de circulares a ovales); exina de aproximadamente 2 µm de espesor; sexina dos veces más gruesa que la nexina; téctum parcial; infratéctum columelado; superficie reticulado-verrugada; lúmenes de los retículos < 1 µm.

Observaciones

Los granos estudiados por nosotros presentan una gran semejanza con la especie parataxónica *Nagyipollis szokolyaënsis*, descrita por NAGY (1992), en el Badeniense inferior de Hungría. A diferencia de nuestros ejemplares, esta autora expresa que la especie mencionada posee tres colpos, éstos no son observables en las figuras de su trabajo.

MACRORRESTOS

***Buxus pliocenica* Saporta & Marion, 1876**

(Fig. 57; Lám. XX, figs. 13 y 14; Lám. XXI, figs 1 y 2)

- * 1876 - *Buxus pliocenica*, SAPORTA & MARION, págs. 274-277, lám. XXXII, figs. 6-8.
- 1879 - *Buxus pliocenica*, SAPORTA, págs. 353-354, fig. 105, 7, 8a-b
- 1884-1885 - *Buxus sempervirens* L. var. *ceretana*, RÉROLLE, págs. 289-290, lám. X, figs. 7-8.
- 1884-1885 - *Bumelia* sp., RÉROLLE, págs. 290-291, lám. XI, fig. 4.
- 1888 - *Buxus pliocenica*, SAPORTA, págs. 287-288.
- 1894 - *Buxus sempervirens* L. var. *pliocenica*, ALMERA, pág. 342, lám. 27, fig. 10.
- 1894 - *Buxus* sp., ALMERA, pág. 342.

- 1922 - *Buxus sempervirens*, DEPAPE, págs. 167, 214, 218, 223, 233, 243; lám. XI, figs. 4-6.
 1936 - *Buxus balearica*, MARTY & GLANGEAUD, págs. 24, lám. E, fig. 4.
 1939 - *Buxus sempervirens* L. *fossilis*, MÄDLER, págs. 109-110, lám. 13, figs. 1-2.
 1945 - *Buxus sempervirens* L. var. *ceretana*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 345.
 1950 - *Buxus sempervirens* L. var. *ceretana*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 163.
 1951 - *Buxus sempervirens* L. var. *ceretana*, BATALLER, pág. 141.
 1954 - *Buxus sempervirens*, SUÑER, pág. 79.
 1955 - *Buxus sempervirens* L. var. *ceretana*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 109.
 1969 - *Buxus pliocenica*, KNOBLOCH, págs. 122-123, fig. 264-267, lám. LIII, fig. 5.
 1971 - *Buxus sempervirens*, GIVULESCU, págs. 251-256, figs. 1-7.
 1979 - *Buxus* cf. *sempervirens*, MÄDLER & STEFFENS, pág. 12, lám. 6, fig. 4.
 1981 - *Buxus pliocenica*, KVAČEK et al., págs. 384-385; lám. III, figs. 1-2; lám. IV, figs. 1-3.
 1981 - *Buxus sempervirens*?, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 558.
 1981 - *Buxus sempervirens*?, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, págs. 35-36.
 1989 - *Buxus pliocenica*, SITÁR et al., pág. 53, figs. 15-16.
 1990 - *Buxus* cf. *sempervirens*, GIVULESCU, págs. 137-138, lám. 5, figs. 8-10, lám. 29, fig. 4.

Material

Se han estudiado 7 ejemplares foliares preservados como compresiones con cutícula con una conservación excepcional. Proceden de los afloramientos del camino de Balltarga a Bor, Beders, torrente de Vilella y barranco de Salanca:

MGBV-10504, MGSB-40453, MNCNV-716, MNCNV-4696, MNCNV-4697, MNCNV-4698, MNCNV-4702.

Diagnosis original (SAPORTA & MARION, 1876)

B. foliis coriaceis, integris, sat longe petiolatis, ovatis ovatoque ellipticis, apice rotundatis; nervis secundariis subobliquis, multiplicibus, fere immersis; capsula squamulis 6 involucreta, ovato-globosa, stylis 3 persistentibus, breviter acutis, subdivergentibus superata.

Descripción del material

La especie *B. pliocenica* fue descrita a partir de restos foliares y de frutos (SAPORTA & MARION, 1876), aunque en los afloramientos del Mioceno Superior de la Cerdaña únicamente aparecen restos foliares.

Éstos son peciolados; longitud del peciolo: 0,2-0,3 mm; limbo elíptico, elíptico-ancho, lanceolado u oblongo; longitud del limbo: 4-2,9 cm; anchura máxima del limbo: 2,7-1,4 cm; distancia de la zona de máxima anchura a la base: 2-1 cm; ápice redondeado, obtuso, retuso o emarginado; base redondeada, obtusa o cuneada; margen liso; nerviación paxilada; nervio medio masivo; gran cantidad de nervios secundarios (alrededor de 30 pares) que nacen del nervio medio de forma opuesta o alterna con ángulo de divergencia > 45°; nervios secundarios ramificados en cualquier lugar de su recorrido, desde su base al resto de su

trayectoria; nervios secundarios fusionados en su zona terminal, formando una vena intramarginal que recorre el perímetro del limbo foliar (a ésta la denominan fimbrial SITÁR *et al.*, 1989); espacio intramarginal sin venación; nervios terciarios con ramificación exmedial, es decir, orientados hacia el margen.

Hojas subestomáticas; estomas laterocíticos (Lám. XXI, fig. 2), distribuidos al azar, con un tamaño de $70,8 \times 41,6 \mu\text{m}$; aproximadamente uno de cada 100 estomas aparecen rodeados por células rectangulares de tamaño mayor que el resto de las células epidérmicas ($64 \mu\text{m}$) orientadas de forma concéntrica alrededor de éstos; células epidérmicas del envés poligonales con aproximadamente $38,4 \times 22,8 \mu\text{m}$; pared celular de $1,6 \mu\text{m}$ de grosor; disposición de las células epidérmicas sobre el nervio medio orientadas en filas, en esta zona no aparecen estomas, las células adoptan una forma cuadrangular; no existe orientación de las células epidérmicas sobre nervios de menor grado; presencia de largos tricomas sobre el nervio medio (KVAČEK *et al.*, 1981).

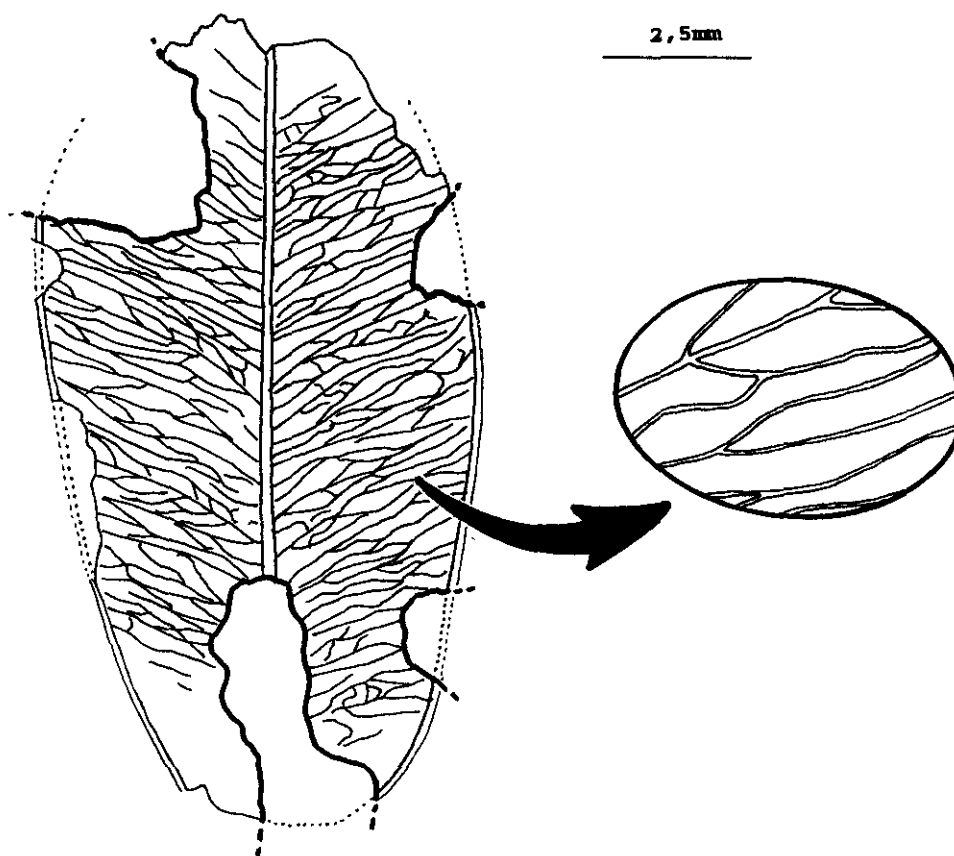


Fig. 57. *Buxus pliocenica* MNCNV-4696

Haz glabro con células epidérmicas de aproximadamente 25,6x23,8 µm, poligonales (Lám. XXI, fig. 1), de pared celular engrosada (3,2 µm), orientándose en la zona que corresponde al nervio medio adoptando una forma cuadrangular. No ocurre ésto sobre los nervios de menor orden, lo que indica la coriacidad de la hoja de esta especie.

SAPORTA & MARION (1876), describieron un fruto que atribuyeron a esta especie, procedente de los materiales pliocenos de Meximieux, éste no se encuentra en conexión física con las hojas que también describen. Se trata de una cápsula septicida ovoide, obtusa y corta, visiblemente trilocular y sobremontada por tres estilos cortos y agudos, erectos y un poco divergentes. En su base se puede observar un involucre formado por seis bracteolas puntiagudas dispuesta en forma estrellada. Según los autores anteriormente citados estas bracteolas corresponden a un cáliz trifido acompañado de 2 ó 3 escámulas. Este tipo de resto no se ha hallado en el Mioceno de la Cerdeña.

Observaciones

KVAČEK et al. (1981), atribuyeron los restos foliares neógenos asignables al género *Buxus* con las características morfológicas y epidérmicas ya descritas como *B. pliocenica*, aludiendo a que debió existir una especie de boj ancestral en la zona del Mediterráneo que originó *B. sempervirens*, *B. hyrcana* Pojark y *B. colchica* Pojark, especies con morfología foliar, y estructuras epidérmicas idénticas; y que bien podría ser la especie neógena de la que, posteriormente evolucionaron.

Consideramos que todos los ejemplares estudiados tanto por nosotros como por otros autores en el Mioceno de la Cerdeña deben asignarse a la especie *B. pliocenica* según las consideraciones de KVAČEK et al. (1981); pues pensamos que la inclusión de los ejemplares fósiles hallados dentro de la especie *B. sempervirens* puede llevar a error, ya que al no encontrarse fosilizadas plantas enteras no podemos asegurar con total fiabilidad si estos ejemplares corresponden a una de las tres especies de bojes mencionadas. Por esta razón consideramos inválidos los taxones *B. sempervirens* L. *fossilis* Engelhard & Kinkelid y *B. sempervirens* L. var. *ceretana* Rérolle.

Parece ser que *B. pliocenica* sustituyó a otras especies de bojes típicamente tetianos como *B. egeriana* Kvaček, Bůžek & Holý. Las características morfológicas y anatómicas de las hojas y frutos asignables a esta especie parecen relacionarla con *B. pliocenica* por lo que bien pudo ser su antecesora (KVAČEK et al., 1981).

Ésta es la primera vez que se describe *B. pliocenica* en el Mioceno superior de la depresión Ceretana y en el conjunto del Terciario español.

Distribución estratigráfica y geográfica

- Tortonense.** Sacel, Rumanía; Moravia, Checoslovaquia; Glywic y Zalesiec, Polonia (GIVULESCU, 1971).
- Sarmatiense.** Fürkenschanze, Austria; Krinki, URSS (GIVULESCU, 1971).
- Vallesiense.** La Cerdaña, España.
- Messiniense.** La Bourboule, Francia (MARTY & GLANGEAUD, 1936).
- Pannoniense.** Moravská Nová Ves, Moravia, Checoslovaquia (KNOBLOCH, 1969); Chiuzbaia, Rumanía (GIVULESCU, 1990).
- Plaisanciense.** Torrente de Esplugas, Bajo Llobregat, España (ALMERA, 1894).
- Astiense.** Meximieux, Francia (SAPORTA & MARION, 1876).
- Plioceno Superior.** Temisani, Borsec, Rumanía (GIVULESCU, 1971).

B. pliocenica se encuentra citado en el Plioceno de: Lipcani, Kodor, Suhumi y Ceada, URSS; Kurilo y Podgumer, Bulgaria; Laaerberg, Austria; Frimmersdorf, Willershausen y Frankfurt am Main, Alemania; Valle del Ródano, Francia; y Afyon-Ikiz Dere, Turquía (GIVULESCU, 1971; KNOBLOCH, 1990).

Además PAMALAREV (1989) citó esta especie en el Mioceno y Plioceno de Yugoslavia, Grecia, Rusia, Georgia, Ucrania y Moldavia.

Familia Euphorbiaceae A. L. de Jussieu, 1789

El registro fósil de esta familia es muy abundante y diversificado. Los primeros restos hallados hasta el momento son leños del Cretácico Superior del Grupo Colorado (Arizona), descritos como *Paraphyllantoxylon arizonensis* por CREPET & DAGHLIAN (1982). También se han descrito maderas en el Senoniense de Marruecos, incluyéndose en la especie *Euphorbioxylon bussonii* por KOENIGUER (1968).

Inflorescencias se han colectado en el Eoceno medio de la Formación Claiborne (Estados Unidos) (CREPET & DAGHLIAN, 1982). En el mismo periodo se han colectado frutos en Egipto (*Palaeowetherellia* Chandler) y Tennessee (*Crepetocarpon* Dilcher & Manchester) (CREPET & DAGHLIAN, 1982; TAYLOR & TAYLOR, 1993).

Los primeros palinomorfos proceden del Paleoceno tardío y el Eoceno temprano de

Australia (tipo *Austrobuxus nitidus* Miq.), del Paleoceno y Eoceno de Bengala (tipo *Croton* L.) (MULLER, 1981).

Hoy en día esta familia presenta unos 300 géneros y 7.500 especies de distribución cosmopolita, aunque se encuentra muy extendida por regiones tropicales y subtropicales (CRONQUIST, 1981).

En el Mioceno Superior de la Cerdeña únicamente hemos hallado granos de polen.

MICRORRESTOS

Euphorbia sp.

(Lám. XXI, fig. 6)

Polen asignable a este género se encuentra por primera vez en la Cerdeña de forma puntual en los afloramientos de Beders, San Salvador, camino al Serrat de Nas y en la mina de Sanavastre, siendo semejante al que presenta la especie actual *E. terracina* L., según lo descrito por SAAD & EL-GHAZALY (1988). Este tipo de polen presenta una dispersión entomófila.

Descripción del material

Granos 3-zonocolporados; isopolares; con simetría radial; subprolato en vista ecuatorial; circulares en vista polar; $P=41,8-27\ \mu\text{m}$; $E=35-21,8\ \mu\text{m}$; colpos con $3,6-1,8\ \mu\text{m}$ de anchura, uniformes en toda su longitud, llegando a fusionarse en los polos en algunas ocasiones; poros con márgenes difusos; exina de unas $4\ \mu\text{m}$; con sexina 3-4 veces más gruesa que la nexina; tectum completo; infratectum columelado; superficie microrreticulada.

Orden Rhamnales

Familia Rhamnaceae A. L. de Jussieu, 1789

Los primeros registros de esta familia son restos foliares del Eoceno medio de la Formación Claiborne del Oeste de Kentucky y Tennessee, relacionables con *Zizyphaeae* y descritos como *Berhamniphyllum claibornense* por JONES & DILCHER (1980).

Los primeros palinomorfos hallados se remontan al Oligoceno de Vermont y de Rumanía (MULLER, 1981).

Esta familia se encuentra representada hoy en día por unos 55 géneros y 900 especies de distribución cosmopolita, siendo frecuente en regiones tropicales y subtropicales

(CRONQUIST, 1981).

En el Mioceno Superior de la Cerdaña solamente se han encontrado palinomorfos atribuibles a esta familia.

MICRORRESTOS

***Frangula* sp.**

(Lám. XXI, fig. 4)

Granos inequívocamente asignables a este género se han hallado por primera vez en la zona de estudio en el afloramiento de Beders, siendo idénticos a los descritos por MENKE (1976) en el Plioceno de Oldenswort, Alemania. Presentan una dispersión de tipo entomófilo.

Descripción del material

Granos 3-zonocolporados; isopolares; radialmente simétricos; subprolotos en vista ecuatorial; no se han observado en vista polar; $P \approx 20 \mu\text{m}$; $E \approx 17 \mu\text{m}$; colpos de unas $1,8 \mu\text{m}$ de anchura; poros con alrededor de $1,3 \mu\text{m}$ de luz; exina con aproximadamente $1,5 \mu\text{m}$ de espesor, formando costillas cerca de los colpos; téctum completo; infratéctum columelado; superficie psilado-punteada.

***Rhamnus* sp.**

(Lám. XXI, fig. 4)

Granos de polen asignables a este género se han encontrado puntualmente en todos los afloramientos de la Cerdaña menos en Coll de Saig, carretera de Bellver de Cerdanya a Pi, Prats y Can Vilella. Estos palinomorfos presentan una dispersión de tipo entomófilo.

Descripción del material

Granos 3-zonocolporados; isopolares; radialmente simétricos; subprolotos en visión ecuatorial; no se han observado en vista polar; $P=21-19 \mu\text{m}$; $E=17-10 \mu\text{m}$; colpos de alrededor de $1 \mu\text{m}$ de anchura; poros de $\approx 2-1,5 \mu\text{m}$ de luz; exina con unas $2-1,5 \mu\text{m}$ de espesor; téctum completo; infratéctum columelado; superficie psilada al M. O.

Familia Vitaceae A. L. de Jussieu, 1789

Los primeros fósiles atribuidos a esta familia fueron restos foliares del Cretácico de

Nebraska que se incluyeron en el género *Cissus* L. Sin embargo, ya ZITTEL en 1891 indicó que éstos podrían pertenecer también a alguna especie de Araliaceae. Los primeros fósiles verdaderamente asignables a esta familia son semillas del Eoceno (CRONQUIST, 1981). Restos foliares se han hallado en las localidades neógenas de Europa (GRANGEON, 1958). Los primeros granos de polen se encontraron en Oligoceno de Francia y Rumanía, incluyéndose en el tipo *Parthenocissus* Planchon (MULLER, 1981).

Esta familia hoy en día presenta 11 géneros y alrededor de 700 especies, principalmente en regiones tropicales y subtropicales, con relativamente pocos miembros en regiones templadas (CRONQUIST, 1981).

En los afloramientos del Mioceno Superior de la Cerdaña sólo se han encontrado palinomorfs asignables a esta familia.

MICRORRESTOS

Parthenocissus sp.

(Lám. XXII, fig. 7)

Granos de polen de este género se han hallado de forma puntual en los afloramientos del barranco de Salanca, torrente de Vilella, Coll de Saig, Beders, torrente de la Bavosa y en las minas de Sanavastre y Sampsor.

El género *Parthenocissus* presenta flores entomófilas.

Descripción del material

Granos 3-zonocolporados; isodiamétricos; radialmente simétricos; prolatos en vista ecuatorial; circulares en vista polar; $P=49,3-42,5\ \mu\text{m}$; $E\approx 25\ \mu\text{m}$; colpos con forma navicular, recorren longitudinalmente el grano terminando en los polos donde no se fusionan; poros circulares, con $2,5-1,25\ \mu\text{m}$ de luz; exina de $2,5-1\ \mu\text{m}$ de espesor; sexina unas dos veces más gruesa que la nexina; téctum parcial; infratéctum columelado; superficie reticulada; lúmenes de hasta $1,25\ \mu\text{m}$ de luz.

Orden Linales

Familia Linaceae S. F. Gray, 1821

Su registro fósil es escaso, estando referido únicamente a palinomorfs. Los más antiguos datan del Mioceno Superior de Venta del Moro (España), siendo relacionables con

el género *Linum* L. Es posible que los palinomorfos descritos como *Cryptopolyporites cryptus* Venkatachala & Kar, en el Eoceno de Kutch (India), sean relacionables con *Linum*, pero esto debería ser confirmado con investigaciones más detalladas (MULLER, 1981).

La familia Linaceae está actualmente constituida por 6 géneros y alrededor de 220 especies anchamente distribuidas por el Globo, siendo más comunes en regiones templadas y subtropicales (CRONQUIST, 1981).

En los sedimentos de la depresión Ceretana hemos encontrado palinomorfos relacionables con el género *Linum*, que pasamos a describir a continuación.

MICRORRESTOS

Linum sp.

(Lám. XXI, fig. 3)

Los granos de polen de este género se han hallado por vez primera en la Cerdaña de forma puntual en los afloramientos de Beders, carretera de Bellver de Cerdanya a Pi y camino al Serrat de Nas, siendo asignables al tipo *L. catharticum* L., de dispersión entomófila, descrito por PUNT & DEN BREEJEN (1981).

Descripción del material

Granos 3-zonocolpados; isopolares; radialmente simétricos; de suboblatos a circulares en vista ecuatorial; subcirculares en vista polar; $P \approx 53,5 \mu\text{m}$; $E \approx 54,5 \mu\text{m}$; colpos con $3,5 \mu\text{m}$ de anchura, que recorren longitudinalmente todo el grano acabando en los polos donde no se fusionan entre ellos; exina con $3,5\text{-}3 \mu\text{m}$ de espesor; polen intectado; superficie con báculos, espinas y gemas.

Orden Sapindales

Familia Aceraceae A. L. de Jussieu, 1789

Los primeros restos fósiles asignables a la familia Aceraceae son frutos y hojas del Maastrichtiense de Alberta (Canadá), agrupados en el complejo "*Acer*" *arcticum* (WOLFE & TANAI, 1987).

En la actualidad se encuentra integrada por dos géneros y unas 102-152 especies (HEYWOOD, 1985), estando extendida por todas las regiones templadas del Hemisferio Norte, Indochina y Malasia, e Indonesia en el Hemisferio Sur. El género con mayor

distribución y número de especies es *Acer* L.

Se han descrito leños atribuibles a *Acer* o semejantes a éste del Cretácico al Neógeno (SUZUKI, 1982; TAKAHASHI & SUZUKI, 1988). No obstante, WOLFE & TANAI (1987), expresan que los primeros registros del género *Acer* proceden del Paleoceno superior y Eoceno inferior de Alaska, tratándose de restos foliares y frutos (WOLFE & TANAI, 1987).

Los primeros palinomorfos indudablemente asignables al género que nos ocupa proceden del Oligoceno inferior de la Columbia Británica (Canadá), siendo referidos por MULLER (1981) al tipo *Acer campestre* L.

El género *Acer* presenta en la actualidad unas 140 especies (WOLFE, 1981), cuya distribución coincide con la ya expresada anteriormente. La mayoría de éstas presentan una polinización de tipo entomófilo, aunque algunas, como *A. negundo* L., la presentan anemófila.

En el Mioceno Superior de la Cerdaña hemos encontrado representado el género *Acer*, tanto por macrorrestos, de una forma muy abundante, como por palinomorfos.

MICRORRESTOS

Acer sp.

(Lám. XXI, fig. 7)

Granos de polen referibles a este género aparecen en todos los afloramientos de la Cerdaña de una forma puntual. Éstos parecen ser relacionables con el tipo *A. campestre* L., propuesto por CLARKE & JONES (1978), y con la especie parataxónica descrita por NAGY (1985), *Aceripollenites reticulatus*, detectada en el Egeriense, Karpatiense y Sarmatiense de Hungría.

Descripción del material

Granos 3-zonocolpados; isopolares; radialmente simétricos; prolatos o subprolatos en vista ecuatorial; circulares en vista polar; P=30-43,6 µm; E=20-25,5 µm; colpos más anchos en el ecuador con aproximadamente 4,5 µm, pareciendo que se pueden llegar a unir en los polos, donde se hacen muy estrechos; exina de ≈1,5 µm de espesor; sexina unas dos veces más gruesa que la nexina; téctum completo; infratéctum columelado; superficie estriada, las estrías recorren el grano de polen en toda su longitud de forma ondulada.

Observaciones

El escaso número de granos hallados, comparando con la gran cantidad de macrorrestos colectados, seguramente es debido a que el polen de *Acer* presenta una dispersión entomófila, sin descartar que estos pólenes sean menos resistentes que otros frente a los procesos de fosilización.

Los granos hallados en los afloramientos ceretanos presentan al M. O. características idénticas, por lo que no podemos distinguir distintos tipos, a diferencia de lo que ocurre con los macrorrestos. Posiblemente las especies ceretanas asignables al género *Acer* presentaron palinomorfos semejantes.

MACRORRESTOS

Acer integerrimum (Viviani) Massalongo, 1859

(Fig. 58; Lám. XXI, figs. 8 y 9)

- 1833 - *Acerites integerrima*, VIVIANI, pág. 131, lám. II, fig. 6.
- 1850 - *Acerites integerrimus*, UNGER, pág. 452.
- 1856 - *Acer trachyticum*, KOVÁTS, pág. 32, Lám. VII, figs. 1-2.
- * 1859 - *Acer integerrimum*, MASSALONGO & SCARABELLI, pág. 3341-342, lám. XVIII, fig. 3.
- 1859 - *Acer sphendaminum*, MASSALONGO & SCARABELLI, págs. 343-344, lám. XIX, fig. 5.
- 1859 - *Acer triaenium*, MASSALONGO & SCARABELLI, págs. 330-334, lám. XV-XVI, fig. 6, lám. XX, fig. 2, lám. XX, fig. 2, lám. XXXVIII, fig. 6.
- 1859 - *Populus bianconii*, MASSALONGO & SCARABELLI, págs. 247-248, lám. XXXVII, fig. 7.
- 1867 - *Acer integerrimum*, STUR, pág. 177.
- 1874 - *Acer integerrimum*, SCHIMPER, págs. 139-140.
- 1876 - *Acer laetum*, C. A. MEY. (*pliocenicum*), SAPORTA & MARION, págs. 280-282, lám. XXXIV, figs. 2-3.
- 1892 - *Acer laetum*, BOULAY, pág. 87, lám. IX, figs. 1-3.
- 1884 - *Acer laetum pliocenicum*, SAPORTA, pág. 97, lám. IX, fig. 1.
- 1884-1885 - *Acer decipiens*, RÉROLLE, pág. 298, lám. XII, fig. 1.
- 1884-1885 - *Acer laetum* C. A. MEY., *pliocenicum*, RÉROLLE, págs. 374-377, lám. XIV, fig. 2.
- 1903 - *Acer decipiens*, MARTY, pág. 56, fig. 1-2.
- 1903 - *Acer laetum pliocenicum*, MARTY, pág. 57, figs. 3-4.
- 1904-1905 - *Acer laetum* C. A. MEY., *pliocenicum*, LAURENT, págs. 192-194, lám. XV, figs. 1-2, lám. XVI, fig. 7.
- 1908 - *Acer laetum* C. A. MEY. var. *pliocenicum*, LAURENT, pág. 56.
- 1922 - *Acer laetum* C. A. MEY. *pliocenicum*, DEPAPE, pág. 186, lám. XV, fig. 7.
- 1936 - *Acer laetum*, MARTY & GLANGEAUD, pág. 28, lám. C, fig. 7, lám. D, fig. 8.
- 1939 - *Acer integerrimum*, MÄDLER, pág. 118, lám. 9, fig. 18, lám. 10, figs. 7-8.
- 1945 - *Acer decipiens*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 345, lám. V, lám. IX, lám. X.
- 1947 - *Acer decipiens*, SOLÉ & LLOPIS, pág. 94, lám. XI.
- 1950 - *Acer decipiens*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 162.
- 1951 - *Acer decipiens*, BATALLER, pág. 141.
- 1951 - *Acer laetum* C. A. MEY., *pliocenicum*, BATALLER, pág. 141.
- 1953 - *Acer trachyticum*, GRANGEON, págs. 313-314, text.-lám. II, figs. 1-2.
- 1955 - *Acer decipiens*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 150, lám. XL, fig. 3.
- 1955 - *Acer laetum* C. A. MEY. var. *pliocenicum*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 151-152, lám. XL, fig. 4.
- 1955 - *Lygodium gaudini*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 38, lám. XV, fig. 3.
- 1958 - *Acer decipiens* aff. *Acer longipes*, GRANGEON, págs. 188, 190-191, lám.-text. XXXIV, figs. 1-3, 5, 7, lám. XVI, fig. 7.
- 1958 - *Acer decipiens*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 142.
- 1958 - *Acer laetum* C. A. MEY. var. *pliocenicum*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 142.
- 1959 - *Acer* cfr. *cappadocicum*, ANDREÁNSZKY, pág. 159, lám. XLVII, fig. 2.
- 1963 - *Acer laetum*, TRALAU, pág. 66.
- 1963 - *Acer pictum*, TRALAU, pág. 67.
- 1969 - *Acer integerrimum*, KNOBLOCH, págs. 138-139, fig. 295, lám. LXVI, fig. 6.

- 1972 - *Acer laetum*, VILLALTA & VICENTE, pág. 126.
 1972 - *Acer platanoides*, VILLALTA & VICENTE, pág. 126.
 1972 - *Acer integerrimum*, WALTHER, págs. 107-111, lám. 22-23, lám. 26. figs. 1-4.
 1980 - *Acer laetum* C. A. MEY. var. *pliocenicum*, SANZ DE SIRIA, pág. 48, lám. ???
 1981 - *Acer integerrimum*, VERNET, págs. 45-46, lám. I, figs. 10-11.
 1982 - *Acer laetum*, SANZ DE SIRIA, pág. 11, lám. I, fig. 19.
 1983 - *Acer integerrimum*, ROIRON, págs. 696-698, fig. 6, n° 1-5, 7.
 1986 - *Acer integerrimum*, KNOBLOCH & VELITZELOS, págs. 14-15, lám. 1, fig. 1, lám. 9, figs. 2-3.
 1987 - *Acer integerrimum*, KNOBLOCH & VELITZELOS, pág. 162.
 1989 - *Acer integerrimum*, SITÁR et al., pág. 51, lám. XXXI, fig. 4.
 1989 - *Acer cf. integerrimum*, SITÁR et al., pág. 47, lám. XXVII, figs. 10-11.
 1990 - *Acer integerrimum*, AMBERT & ROIRON, pág. 176, lám. ", figs. 1-5.
 1990 - *Acer integerrimum*, GIVULESCU, págs. 126-127, lám. 17, fig. 13, lám. 22, fig. 8, lám. 36, fig. 4.
 1990 - *Acer integerrimum*, KNOBLOCH, págs. 267.
 1992 - *Acer cappadocicum*, BARRÓN, págs. 546-548, lám. I, figs. 2-3.

Material

Se han estudiado 35 ejemplares preservados en forma de impresión o compresión de hojas sin trazas cuticulares, por lo general en buen estado de conservación, procedentes de los afloramientos de Coll de Saig, Santa Eugenia, Can Pilbre, Pedrá, Beders y torrente de Vilella:

CLF-017, MGBG-A-87, MGBV-9452, MGBV-9519, MGBV-9684, MGBV-9729, MGBV-9734, MGBV-10479, MGBV-10518, MGBV-11718, MGBV-11726, MGM-230M, MGM-1075M, MGM-1079M, MGSB-31205, MGSB-40407, MGSB-47026, MNCNV-329, MNCNV-332, MNCNV-365, MNCNV-372, MNCNV-3289, MNCNV-3529, MNCNV-3550, MNCNV-3557, MNCNV-3583, MNCNV-4658, MNCNV-4661, MNCNV-4676, MNCNV-4678, MNCNV-4682, MNCNV-4684, MNCNV-4686, MNCNV-4871, UCM-CBEDERS-16.

Diagnosis original (MASSALONGO & SCARABELLI, 1859)

A. foliis petiolo longo canaliculato instructis, basi rotundato-cordatis, palmato quinquelobis, lobis lanceolato-acuminatis integerrimis, margine plicato-undulatis, tribus superioribus aequalibus v. subaequalibus majoribus, infimis patentibus minoribus, sinibus acutis rotundatis. Nervis primariis 5 insculptis, secundariis alternis arcuatis, marginem versus inter se conjunctis, rete venoso polygono distinctissimo.

Descripción del material

Restos foliares peciolados; longitud del peciolo: 2,7-2,2 cm; forma palmada con 3 ó 5 lóbulos; cuando existen 5, los dos basales se encuentran poco desarrollados; longitud del limbo: 3,8-2,6 cm; anchura máxima del limbo: 5,1-3,1 cm; distancia de la zona de máxima anchura a la base: 1,8-0,9 cm; ápices agudos; base cordada; margen liso; nerviación rectipalmada; alrededor de 5 pares de nervios secundarios curvipinnados curvándose uniformemente con ángulo de divergencia $\approx 45^\circ$; presencia de nervios intersecundarios;

nerviación terciaria percurrente, con curso derecho o ahorquillado formando ángulos rectos con los nervios secundarios; nerviación de rango menor reticulada ortogonalmente formando areolas poligonales bien desarrolladas.

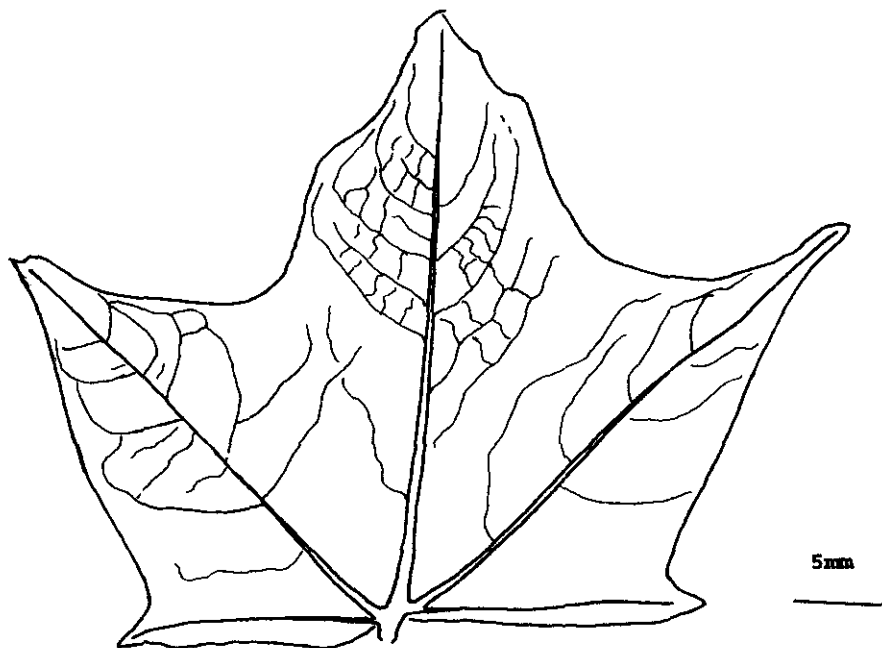


Fig. 58. *Acer integerrimum* MNCN s/n

Observaciones

Esta especie se encuentra morfológicamente relacionada con las actuales *A. cappadocicum* Gled. y *A. pictum* Thumb. La primera habita en el Este de la región mediterránea, Cáucaso, Armenia, Himalaya y el Este de China Central. La segunda en China, Manchuria y Corea (VERNET, 1981).

Posiblemente *A. integerrimum* es la antecesora de las dos especies actuales, apareciendo en yacimientos terciarios a partir del Mioceno Inferior por toda Eurasia.

Ésta es la primera vez que se cita en el Mioceno Superior de la Cerdaña y en el conjunto del Terciario español.

Distribución estratigráfica y geográfica

-Mioceno Inferior. Čermniky, Europa Central (VERNET, 1981).

-Miceno Medio. Hartau, Europa Central (WALTHER, 1972).

-Vallesiense. La Cerdaña, Lérida, España.

-Sarmatiense. Erdöbénye, Hungría (STUR, 1867).

-Pontiense. Joursac, Cantal, Francia (MARTY, 1903); Charay y Rochessauve, Ardèche, Francia (GRANGEON, 1958); La Bourboule, Francia (MARTY & GLANGEAUD, 1936); Pinicíná, Checoslovaquia (SITÁR et al., 1989).

-Messiniense. Senigalia, Italia (MASSALONGO & SCARABELLI, 1859); Murviel-Les-Beziers, Languedoc, Francia (AMBERT & ROIRON, 1976).

-Pannoniense. Chiuzbaia, Rumanía (GIVULESCU, 1990); Moravská Nová Vés, Moravia, Checoslovaquia (KNOBLOCH, 1969).

Además se encuentra citado en el Mioceno Superior de Sośnice, Polonia (WALTHER, 1972) y Likudi, Grecia (KNOBLOCH & VELITZELOS, 1986).

-Plaisanciense. Niac, Pas-de-la-Mougudo y Saint-Vicent-la Sabie, Cantal, Francia (SAPORTA, 1884; LAURENT, 1904-1905); Meximieux, Francia (SAPORTA & MARION, 1876); Siurana, Gerona, España (SANZ DE SIRIA, 1982).

-Plioceno Superior. Hajnačka, Checoslovaquia (SITÁR et al., 1989); Willerhausen, Alemania (WALTHER, 1972).

Además se encuentra en el Plioceno de Mont Doré y Thèziers, Francia (BOULAY, 1892; DEPAPE, 1922), y en el de Frankfurt am Main, Alemania (MÄDLER, 1939).

-Plio-Pleistoceno. Bernasso, Lunas, Hérault, Francia (VERNET, 1981); Crespiá, Gerona, España (VILLALTA & VICENTE, 1972; ROIRON, 1983).

***Acer pyrenaicum* Rérolle, 1884-1885**

(Figs. 59 y 60; Lám. XXII, figs. 1, 2 y 3)

- 1884-1885 - *Acer magnini*, RÉROLLE, págs. 370-371, lám. XIII, figs. 1-3.
- * 1884-1885 - *Acer pyrenaicum*, RÉROLLE, pág. 368-370, lám. XII, figs. 2-6.
- 1884-1885 - *Acer pseudocreticum*, RÉROLLE, págs. 373-374, lám. XIV, fig. 1.
- 1884-1885 - *Acer subrecognitum*, RÉROLLE, págs. 371-372, lám. XIII, figs. 1-3.
- 1884-1885 - *Acer trilobatum*, RÉROLLE, pág. 297, lám. XI, fig. 5.
- 1884-1885 - *Acer* sp., RÉROLLE, págs. 372-373, lám. XIII, fig. 5.
- 1884-1885 - *Acer* sp., RÉROLLE, págs. 375-377, lám. XIV, figs. 4-8.
- 1884-1885 - *Populus tremula* L. *pliocenic*, RÉROLLE, lám. XI, fig. 7.
- 1890a - *Acer pyrenaicum*, BOULAY, págs. 43-44.
- 1890b - *Acer nicolai*, BOULAY, págs. 44-45, lám. VI, figs. 13-14.
- 1894 - *Acer nicolai*, ALMERA, pág. 338.
- 1894 - *Acer opulifolium* WILLD., *pliocenicum*, ALMERA, pág. 338.
- 1894 - *Acer pseudo-creticum*, ALMERA, pág. 339.
- 1904-1905 - *Acer opulifolium* (*pliocenicum*), LAURENT, pág. 203, lám. XIV, fig. 2., lám. XVIII, fig. 4, lám. XX, fig. 4.
- 1904-1905 - *Acer pyrenaicum*, LAURENT, págs. 200-203, lám. XV, figs. 3-4.
- 1904-1905 - *Acer* sp., LAURENT, pág. 203.
- 1908 - *Acer pyrenaicum*, LAURENT, págs. 56-57, lám. VIII, fig. 6.
- 1922 - *Acer nicolai*, DEPAPE, pág. 189, lám. XII, figs. 6-8.
- 1922 - *Acer opulifolium* VILL. *pliocenicum*, DEPAPE, págs. 185-186, lám. XII, fig. 9.
- 1922 - *Acer pyrenaicum*, DEPAPE, págs. 187-188, lám. XII, fig. 35, fig.-text. 32.
- 1936 - *Acer nicolai*, MARTY & GLANGEAUD, pág. 30.
- 1945 - *Acer magnini*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 345, lám. IV, lám. X.
- 1945 - *Acer pseudocreticum*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 345, lám. III.
- 1945 - *Acer pyrenaicum*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 345, lám. IV.
- 1945 - *Acer subrecognitum*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 345.
- 1945 - *Acer trilobatum*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 345, lám. V, lám. IX.
- 1945 - *Acer trilobatum* var. *productum*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 345, 350.
- 1947 - *Acer pseudocreticum*, SOLÉ & LLOPIS, pág. 94, lám. XI.
- 1947 - *Acer pyrenaicum*, SOLÉ & LLOPIS, pág. 94, lám. XI.
- 1948 - *Acer pyrenaicum*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 784, fig. 10.
- 1948 - *Acer triangulilobum*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 784-785, fig. 1c.
- 1950 - *Acer magnini*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 162.

- 1950 - *Acer nicolai*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 165.
 1950 - *Acer opulifolium*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 165.
 1950 - *Acer pyrenaicum*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 162.
 1950 - *Acer pseudocreticum*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 162.
 1950 - *Acer subrecognitum*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 162.
 1950 - *Acer trilobatum*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 162.
 1951 - *Acer magnini*, BATALLER, pág. 141.
 1951 - *Acer pyrenaicum*, BATALLER, pág. 141.
 1951 - *Acer pseudocreticum*, BATALLER, pág. 141.
 1951 - *Acer subrecognitum*, BATALLER, pág. 141.
 1951 - *Acer trilobatum*, BATALLER, pág. 141.
 1951 - *Acer trilobatum* A. BRONG. var. *productum*, BATALLER, pág. 141.
 1951 - *Acer* sp., BATALLER, pág. 141.
 1952 - *Acer trilobatum*, TEIXEIRA, pág. 59, est. VI, fig. 6, est. VII, figs. 1-3.
 1955 - *Acer laetum* C. A. MEY. var. *pliocenicum*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 151-152, lám. XL, fig. 3.
 1955 - *Acer magnini*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 152-153, lám. XLI, figs. 2-3.
 1955 - *Acer pseudocreticum*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 153, lám. XLI, fig. 1.
 1955 - *Acer pyrenaicum*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 154-156, lám. XLII, figs. 1-2.
 1955 - *Acer subrecognitum*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 156.
 1955 - *Acer triangulilobum*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 156-157.
 1955 - *Acer trilobatum*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 157-159, lám. XL, fig. 1.
 1955 - *Sassafras ferretianum*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 118-119, lám. XXXIV, fig. 4.
 1958 - *Acer magnini*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 142.
 1958 - *Acer pseudocreticum*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 142.
 1958 - *Acer pyrenaicum*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 142.
 1958 - *Acer subrecognitum*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 142.
 1958 - *Acer triangulilobum*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 142.
 1958 - *Acer trilobatum*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 142.
 1970 - *Acer* cf. *magnini*, FERNÁNDEZ MARRÓN, pág. 142, lám. II, fig. 3.
 1972 - *Acer opalus granatense*, VILLALTA & VICENTE, pág. 126.
 1977 - *Acer pseudocreticum*, SANZ DE SIRIA, pág. 27.
 1977 - *Acer trilobatum*, SANZ DE SIRIA, pág. 27.
 1979 - *Acer nicolai*, BALLESTO et al., pág. 246, lám. 1, figs. 6-7.
 1979 - *Acer opalus*, FOLLIERI, págs. 82-83, fig. 4, 2-3.
 1980a - *Acer magnini*, SANZ DE SIRIA, pág. 47.
 1980a - *Acer trilobatum*, SANZ DE SIRIA, pág. 48.
 1980b - *Acer pseudocreticum*, SANZ DE SIRIA, pág. 23, lám. III, fig. 13c.
 1980b - *Acer trilobatum*, SANZ DE SIRIA, págs. 23-24, lám. III, fig. 12c.
 1981 - *Acer magnini*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
 1981 - cf. *Acer pseudocreticum*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
 1981 - *Acer* cf. *rubrum*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
 1981 - *Acer trilobatum*, ÁLVAREZ RAMIS, págs. 557, 559.
 1981 - *Acer magnini*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, pág. 34.
 1981 - cf. *Acer pseudocreticum*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, pág. 34.
 1981 - *Acer* cf. *rubrum*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, pág. 34.
 1981 - *Acer trilobatum*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, pág. 34.
 1981 - *Acer* cf. *obtusum* W. et K. (*Acer* cf. *opalus* MILL.), VERNET, pág. 46.
 1981 - *Acer opalus* MILL. (*Acer opulifolium* VILL.), VERNET, pág. 46, lám. I, 13.
 1983 - *Acer opalus*, ROIRON, pág. 698, fig. 7, n° 4-8.
 1988 - *Acer pyrenaicum*, AGUSTÍ et al., pág. 191, fig. 172.
 1988 - *Acer* cf. *ilicense*, KNOBLOCH, pág. 18-19, lám. 6, fig. 1, 9-10, lám. 7, fig. 9, lám. 11, fig. 7, lám. 14, fig. 2-4.
 1988 - *Acer campylopteryx* group (*A. campylopteryx* UNG., *A. opulifolium-pliocenicum* SAP., *A. obtusilobum* UNG.), PAMALAREV, pág. 96.
 1988 - *Acer crenatifolium*, PAMALAREV, pág. 96.
 1992 - *Acer opalus*, BARRÓN, págs. 546-548, lám. 1, figs. 4-6, lám. II, figs. 1, 3, 4-5.

Material

Se han estudiado 179 ejemplares referidos a hojas y sámaras que no se encuentran en conexión orgánica. Se trata de impresiones y compresiones sin la cutícula preservada, siendo su grado de conservación muy variado ya que se han hallado algunos especímenes en un

estado excelente y otros muy deteriorados. Los afloramientos donde se han obtenido fósiles referibles a la especie que nos ocupa son: Beders, Coll de Saig, camino de Balltarga a Bor, carretera de Bellver de Cerdanya a Pi, barranco de Salanca, Alp, Pedrá y torrente de Vilella. Los ejemplares analizados se exponen en la siguiente relación:

- Hojas:

CA-8960-1, CA-8960-2, CLF-016, CLF-018, MGB-3980, MGBG-A-1, MGBG-A-2, MGBG-A-4, MGBG-A-9, MGBG-A-95, MGBG-A-126, MGBG-A-129, MGBG-A-133, MGBG-A-134, MGBG-A-135, MGBG-A-136, MGBG-A-137, MGBV-1715, MGBV-9480, MGBV-9498, MGBV-9499, MGBV-9503, MGBV-9504, MGBV-9692, MGBV-9695, MGBV-9700, MGBV-9728, MGBV-9735, MGBV-9738, MGBV-9746, MGBV-9896, MGBV-10482, MGBV-10494, MGBV-10572, MGBV-10574, MGBV-11711, MGBV-11712, MGBV-11715, MGBV-11717, MGBV-11734, MGBV-s/nº, MGM-1076M, MGM-1078M, MGM-1080M, MGM-1081M, MGM-1097M, MGM-1099M, MGSB-21771_{1,2}, MGSB-31198, MGSB-31225, MGSB-31315, MGSB-40414, MGSB-40444_{1,4}, MGSB-40451, MGSB-48126, MGSB-47027, MGSB-48127, MGSB-48128, MGSB-48129, MGSB-48130, MGSB-48131, MGSB-48132, MGSB-48133, MGSB-48471, MNCNV-144, MNCNV-329, MNCNV-366, MNCNV-368, MNCNV-369, MNCNV-370, MNCNV-371, MNCNV-372, MNCNV-373, MNCNV-796, MNCNV-799, MNCNV-822, MNCNV-3087, MNCNV-3649, MNCNV-3503, MNCNV-3504, MNCNV-3525, MNCNV-3527, MNCNV-3533, MNCNV-3542, MNCNV-3553, MNCNV-3566, MNCNV-3588, MNCNV-3591, MNCNV-3608, MNCNV-3614, MNCNV-3615, MNCNV-4258, MNCNV-4353, MNCNV-4357, MNCNV-4656, MNCNV-4657, MNCNV-4659, MNCNV-4663, MNCNV-4665, MNCNV-4666, MNCNV-4667, MNCNV-4668, MNCNV-4669_{1,2}, MNCNV-4670, MNCNV-4671, MNCNV-4672, MNCNV-4675, MNCNV-4677, MNCNV-4679, MNCNV-4680, MNCNV-4681, MNCNV-4683, MNCNV-4685, MNCNV-4687, MNCNV-4688, MNCNV-4854, MNCNV-4868, MNCNV-4869, MNCNV-4870, UCM-CBI-6, UCM-CBII-005, UCM-CBII-006, UCM-CBII-14, UCM-CCS-27, UCM-CCS-67, UCM-CS-001, UCM-CTV-32, UCM-CTV-35, UCM-CTV-37, UCM-CTV-45, UCM-CTV-46.

- Sámaras:

CA-8961-1, CA-8961-2, MGBG-A-79, MGBG-A-110, MGBV-9511, MGBV-9516, MGBV-9690, MGBV-9717, MGBV-9797, MGBV-10480, MGSB-31210, MGSB-36199, MGSB-40452_{1,4}, MGSB-47035, MGSB-48145, MNCNV-319, MNCNV-362, MNCNV-363, MNCNV-364, MNCNV-755, MNCNV-3085, MNCNV-3292, MNCNV-3501, MNCNV-3513, MNCNV-3515, MNCNV-3526, MNCNV-3539, MNCNV-3543, MNCNV-3545, MNCNV-3546, MNCNV-3547, MNCNV-3549, MNCNV-3588, MNCNV-3593, MNCNV-3633, MNCNV-4607, MNCNV-4660, MNCNV-4662, UCM-CCS-57, UCM-CCS-62.

Diagnosis original (RÉROLLE, 1884-1885)

A. foliis crasse petiolatis, basi cordato-emarginatis, trilobatis vel rarius subquinelobis, lobis subacutis, medio validiore, lateralibus sub angulo plerunque acuto divergentibus, plus minus denticulatis vel crenulatis, nervis primariis secundariisque validis.

Descripción del material

Restos foliares largamente peciolados; longitud del peciolo: 6,4-0,6 cm; forma rectipalmada con tres lóbulos por lo general (Fig. 59; Lám. XXII, fig. 2), aunque no son raros los ejemplares que tienen cinco (Lám. XXII, fig. 1), siendo los más basales pequeños (a veces los lóbulos son desiguales presentándose el del medio mucho más desarrollado que los laterales); longitud del limbo: 7,9-2,9 cm; anchura máxima del limbo: 9,3-2 cm; distancia de

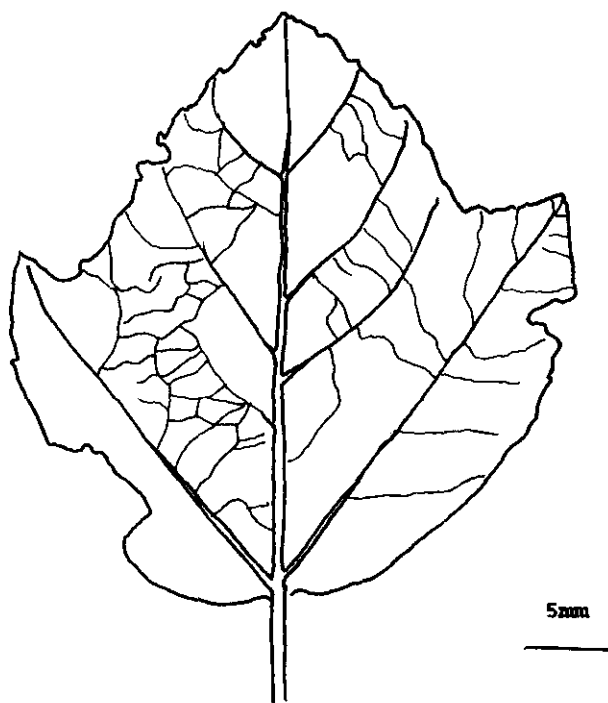


Fig. 59. *Acer pyrenaicum* MNCNV s/n

la zona de máxima anchura a la base: 4,5-1 cm; ápices agudos; base de redondeada a cordada; margen aserrado irregularmente; a veces, en el lóbulo medio aparecen dos únicos dientes muy desarrollados y patentes (MGBG-A-134), en otras ocasiones solamente hay un diente, quedando la hoja con forma asimétrica (MNCNV-373); nerviación palmada; alrededor de 5-6 pares de nervios secundarios rectipinnados simples con curso derecho o uniformemente curvado y ángulo de divergencia por lo general $\geq 45^\circ$ (a veces existe variación en el

ángulo de divergencia, siendo $>45^\circ$ en base y ápice, y $\approx 45^\circ$ en el resto del limbo, o apareciendo únicamente con el ángulo de divergencia $<45^\circ$ en el ápice); presencia de nervios intersecundarios; nerviación terciaria percurrente, con curso derecho o ahorquillado formando ángulos rectos con los nervios secundarios; nerviación de rango inferior reticulada ortogonalmente constituyendo areolas poligonales bien desarrolladas.

Sámaras de 4,2-3,2 cm de longitud (Fig. 60; Lám. XXII, fig. 3); nueces elípticas, sin quilla, de 1,2-0,9x0,7-0,5 cm, recorridas longitudinalmente por venas; ángulo que forma la nuez con el basamento del ala $\approx 30-40^\circ$; sulco poco pronunciado; venación de la nuez continuada de forma paralela por la parte proximal del ala formando un basamento, el cual está recorrido en su totalidad por venas que surgen de él curvándose, dividiéndose dicotómicamente, anastomosándose entre ellas, recorriendo en su totalidad la parte cóncava de la estructura membranosa. El ala puede rodear en parte o no a la semilla.

Observaciones

Esta especie presenta una heterofilia muy marcada, por esta razón RÉROLLE (1884-1885) describió seis especies diferentes de *Acer* y una de *Populus* a partir de restos foliares del tipo de los descritos en el apartado anterior. La división de estas especies las realizó a

partir de aspectos exclusivamente morfológicos, fundamentalmente tamaño y número de lobulaciones. La descripción de *A. pyrenaicum* es la más perfecta y recoge todas las diferentes características morfológicas que produce el polimorfismo foliar. Es decir, *A. pyrenaicum* es la especie de *Acer* descrita por RÉROLLE (1884-1885), que tiene en cuenta todas los caracteres expuestos en el apartado anterior para los ejemplares ceretanos. Por esta razón, consideramos válida *A. pyrenaicum*, siendo, pues, sinónimas de ésta *A. magnini*, *A. pseudocreticum* y *A. subrecognitum* descritas también por RÉROLLE (1884-1885), a partir de restos foliares polimórficos de la especie que nos ocupa. Por las mismas razones, creemos que *A. nicolai*, descrito por BOULAY (1890) en el Plioceno de Théziers, tampoco presenta valor taxonómico, siendo especie sinónima de *A. pyrenaicum*. No consideramos válidas la citas de *A. cf. rubrum* L. y *Acer* sp., realizadas sobre material ceretano atribuible a la especie que estamos estudiando.

La presencia de restos foliares idénticos a *A. tricuspidatum* A. Braun & Agassiz (= *A. trilobatum* Stbg.), sugirieron a varios autores (RÉROLLE, 1884-1885; MENÉNDEZ AMOR, 1955; SANZ DE SIRIA, 1980; ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSÉ, 1981) su presencia en el Mioceno de la Depresión Ceretana. Sin embargo, aunque hasta el momento no se han hallado restos foliares con la cutícula preservada, los de la Cerdaña se diferencian por las siguientes características:

- 1- ápices por lo general no acuminados.
- 2- presencia de cinco lóbulos.
- 3- limbos más anchos con lobulaciones más largas.

Esto no es generalizable para todos los ejemplares hallados, ya que aparecen restos foliares morfológicamente indiferenciables de *A. tricuspidatum*. Nosotros pensamos que estas formas se deben al fenómeno de heterofilia anteriormente expuesto y apuntado por ECKENWALDER (1980) para el género.

Los restos foliares descritos son idénticos a las hojas presentadas en la actualidad por la especie circunmediterránea *A. opalus* Mill. (BARRÓN, 1992), por lo que pensamos pudiera encontrarse relacionado filogenéticamente con ella. Los ejemplares asignados a la especie fósil incorrectamente descrita como *Acer opulifolium* Vill. *pliocenicum* Sap., en la flora de Meximieux (SAPORTA & MARION, 1876), no nos parecen que deban ser relacionados con *A. opalus*, ya que éstos presentan morfologías idénticas a *A. campestre*.

Las sámaras colectadas no se diferencian de las que actualmente presenta *A. opalus*

(BARRÓN, 1992). Por esta razón, y dado el parecido de los restos foliares, hemos asignado este tipo de sámaras a la especie *A. pyrenaicum*, estando así de acuerdo con lo expresado por LAURENT (1904-1905), quien relaciona este tipo de frutos con *A. opulifolium* especie sinónima de *A. opalus*.

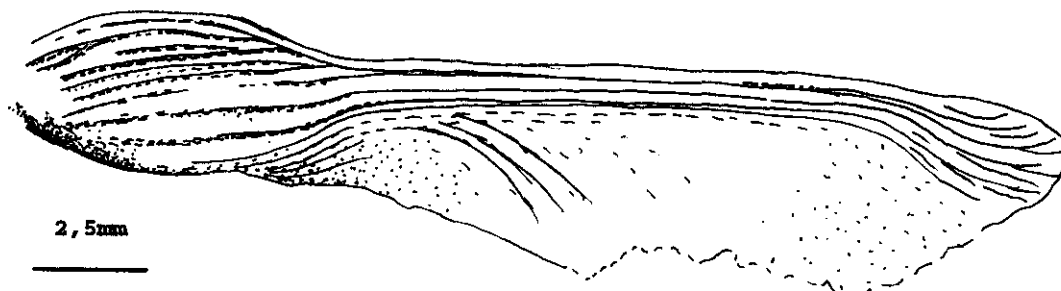


Fig. 60. *Acer pyrenaicum* MNCNV-758

MENÉNDEZ AMOR (1955), atribuye estas sámaras a *A. integerrimum*; a nuestro juicio ésto es inexacto, ya que las especies de *Acer* de este tipo presentan frutos con características como las que se describirán más adelante.

Distribución estratigráfica y geográfica

-Vallesiense. Seo de Urgel, Lérida, España (SANZ DE SIRIA, 1977); la Cerdaña, Lérida, España (RÉROLLE, 1884-1885).

-Messiniense. Senigalia, Italia (MASSALONGO & SCARABELLI, 1859); Capa de Congerías de Castellbisbal, Cataluña, España (ALMERA, 1894).

-Pannoniense-Pontiense. Brickgard Aunbenham cerca de Ampfing, Baviera Inferior, Alemania (KNOBLOCH, 1988).

-Pontiense. La Bourboule, Puy-de-Dôme, Francia (MARTY & GLANGEAUD, 1936).

-Mioceno Superior. Olocau, Valencia, España (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1970).

-Plaisanciense. Théziers, Gard, Francia (BOULAY, 1890a); Valle del Ródano, Francia (BOULAY, 1890b); Niac, Pas-de-la-Mougudo y Saint-Vicent-La Sabie, Cantal, Francia (LAURENT, 1904-1905; 1908); Torrente de Esplugas, Barcelona, España (ALMERA, 1894).

Además se encuentra citado en el Plioceno de Vacquières, Francia (DEPAPE, 1922); Rasteau, Vaison-La-Romaine, Vaucluse, Francia (BALLESIO et al., 1979); Valle de Santarém, Portugal (TEIXEIRA, 1952); y Torre in Pietra, Roma, Italia (FOLLIERI, 1979).

-Plio-Pleistoceno. Bernasso, Lunas, Hérault, Francia (VERNET, 1981); Crespià, Gerona,

España (ROIRON, 1983).

Según PAMALAREV (1988), esta especie aparece en el Mioceno y Plioceno de Checoslovaquia, Austria, Polonia y Yugoslavia.

***Acer subcampestre* Goeppert, 1855**

(Lám. XXII, fig. 5)

- * 1847 - *Acer subcampestre*, GOEPPERT, pág. 34, lám. 22, figs. 16-17.
- 1887 - *Acer palæocampestre*, BOULAY, pág. 29.
- 1887 - *Acer pseudocampestre*, BOULAY, págs. 28-29.
- 1894 - *Acer pseudo-campestre*?, ALMERA, pág. 338.
- 1945 - *Acer* cf. *campestre*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 345, 350, láms. VIII, IX.
- 1950 - *Acer* cf. *campestre*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 162.
- 1950 - *Acer pseudocampestre*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 165.
- 1951 - *Acer* cf. *campestre*, BATALLER, pág. 141.
- 1955 - *Acer campestre*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 140, lám. XLI, fig. 4.
- 1958 - *Acer pseudocampestre*, GRANGEON, págs. 191, 194-195, lám.-text. XXXVI, figs. 6-7, 9, lám. I, fig. 14.
- 1958 - *Acer campestre*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 142.
- 1959 - *Acer* cfr. *campestre*, ANDREÁNSKY, pág. 159, fig. 186.
- 1969 - *Acer obtusilobum*, KNOBLOCH, págs. 137-138, fig. 294, lám. LXVII, fig. 6, lám. LXIX, fig. 8.
- 1980 - *Acer* cf. *campestre*, VIGÓN, pág. 29.
- 1981 - *Acer subcampestre*, LAŃCUCKA-ŚRODONIOWA et al., pág. 108, lám. III, fig. 1.
- 1986 - *Acer* cf. *subcampestre*, KNOBLOCH & VELITZELOS, pág. 15, lám. 9, fig. 1.
- 1987 - *Acer* cf. *subcampestre*, KNOBLOCH & VELITZELOS, pág. 162.
- 1983 - *Acer campestre*, ROIRON, pág. 698, fig. 7, n° 1-3.
- 1992 - *Acer campestre*, BARRÓN, págs. 546-548, lám. I, fig. 1.

Material

Se han estudiado 10 ejemplares preservados como impresiones foliares en buen estado de conservación, procedentes de los afloramientos de Bellver de Cerdanya, Coll de Saig y Santa Eugenia:

MGBG-A-92, MGBV-9476, MGBV-10050, MGBV-10483, MGBV-10487, MGBV-11714, MGBV-11727, MNCNV-367, MNCNV-11734, MNCNV-4673.

Diagnosis original (GOEPPERT, 1847)

A. fol. petiolatis basi truncatis 3-5 lobis, lobis late expansis v. divaricatis integris sinuatis obtusiusculis infimis oppositis minoribus medio trilobo.

Descripción del material

Restos foliares peciolados; longitud del peciolo: 3-0,6 cm; limbo palmado, con 3 ó 5 lóbulos, cuando tienen 5, los dos basales se encuentran poco desarrollados; longitud del limbo: 5,04-2,6 cm; anchura máxima del limbo: 6,58-3,1 cm; distancia de la zona de máxima

anchura a la base: 2,02-0,9 cm; ápices agudos; base cordada o lobada; margen irregularmente lobulado u ocasionalmente dentado; nerviación rectipalmada; alrededor de 4 pares de nervios secundarios con ángulo de divergencia de 45°-90° que acaban su recorrido en las lobulaciones; presencia de nervios intersecundarios; no se observa nerviación terciaria.

Observaciones

Esta especie presenta una morfología idéntica a la de la actual *A. campestre* L., por lo que se la incluyó en ésta (VILLALTA & CRUSAFONT, 1945; MENÉNDEZ AMOR, 1950, 1955; ROIRON, 1983; BARRÓN, 1992). Sin embargo, hasta el momento no existen estudios cuticulares que relacionen los restos colectados con esta especie. Por esta razón creemos más apropiado considerarlos bajo la denominación parataxónica *A. subcampestre*.

Ésta es la primera vez que se cita esta especie en el Vallesiense de la Cerdaña y en el conjunto del Terciario español.

Distribución estratigráfica y geográfica

- Aquitaniense.** Armissant, Aude, Francia (GRANGEON, 1958); Ribesalbes, Castellón, España (VIGÓN, 1980).
- Sarmatiense.** Balaton, Hungría (ANDREÁNSZKY, 1959).
- Vallesiense.** La Cerdaña, Lérida, España.
- Pannoniense.** Moravská Nová Ves, Moravia, Checoslovaquia (KNOBLOCH, 1969).
- Pontiense.** Charay y Rochessauve, Ardèche, Francia (BOULAY, 1887; GRANGEON, 1958).
- Mioceno Superior.** Likudi, Grecia (KNOBLOCH & VELITZELOS, 1986).
- Plaisanciense.** Torrente del Terme y de Esplugas, Barcelona, España (ALMERA, 1894); Meximieux, Francia (SAPORTA, 1973).
- Plioceno Superior.** Wrocław, Silesia, Polonia (GOEPPERT, 1855).
- Plio-Pleistoceno.** Crespià, Gerona, España (ROIRON, 1983).

Acer sp.

(Fig. 61; Lám. XXII, fig. 4)

1859 - *Acer sphendaminum*, MASSALONGO & SACRABELLI, págs. 343-344, lám. XIX, figs. 7-8.

1892 - *Acer campestre*, BOULAY, págs. 90-91, lám. 10, fig. 3.

1958 - Sámara de arces, GRANGEON, pág. 194, lám.-text. XXXV, figs. 3, 5, 7, 9.

1973 - *Acer campestre*, GIVULESCU & OLOS, pág. 51, lám. XIX, fig. 9-10, 14.

1973 - *Acer laetum*, GIVULESCU & OLOS, pág. 51, lám. XIX, fig. 7-8.

1983 - *Acer integerrimum*, ROIRON, pág. 698, fig. 6, n° 6.
 1990 - *Acer* sp., AMBERT & ROIRON, pág. 176, lám. 2, fig. 6-7.
 1990 - *Acer* cf. *campestre*, pág. 128, lám. 20, fig. 1, lám. 29, figs. 11-13.
 1992 - *Acer* sp., BARRÓN, págs. 546-548, lám. II, fig. 2.

Material

Se han estudiado 4 ejemplares procedentes de los afloramientos del Torrente de Vilella: MNCNV-3290, MNCNV-3291, MNCNV-3528, MNCNV-4674.

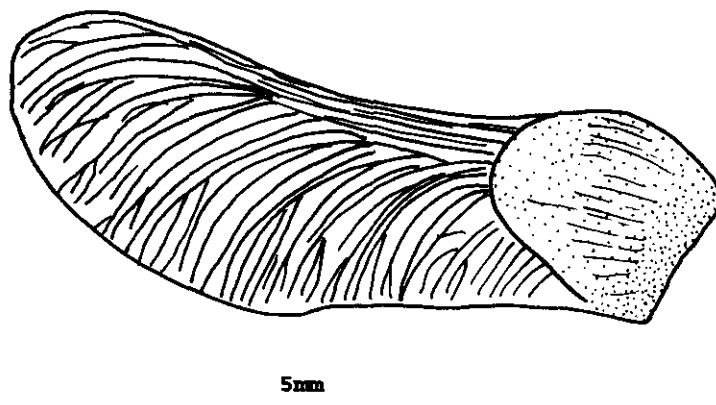


Fig. 61. *Acer* sp. MNCNV-3290

Descripción del material

Sámaras de alrededor de 3,5 cm de longitud; nueces cuadrangulares de 0,8x0,8 cm, sin quilla, recorridas longitudinalmente por venas; ángulo de unión de las alas $\approx 75-80^\circ$; ángulo de la nuez $\approx 30^\circ$; ausencia de sulco; ala con venas que abarcan toda la semilla en la zona opuesta a la de unión de los dos aquenios, presentando las mismas características que el tipo de sámara anteriormente descrito.

Observaciones

Si comparamos este tipo de sámara con otras semejantes que presentan diversas especies de arces, podemos concluir que las encontradas en la Cerdaña podrían ser asignables tanto a *A. integerrimum* como a *A. subcampestre*.

Distribución estratigráfica y geográfica

- Vallesiense.** Sprendlingen, Alemania (MELLEN, 1989); la Cerdaña, Lérida, España.
- Pontiense.** Joursac, Cantal, Francia (BOULAY, 1892); Charay y Rochessauve, Ardèche, Francia (GRANGEON, 1958).
- Messiniense.** Senigalia, Italia (MASSALONGO & SCARABELLI, 1859); Murviel-Les-Beziers, Languedoc, Francia (AMBER & ROIRON, 1990).

Además se encuentra citada en el Plioceno de Chiuzbaia, Transilvania, Rumanía (GIVULESCU & OLOS, 1973).

- Plio-Pleistoceno.** Crespià, Gerona, España (ROIRON, 1983).

***Acer* sp.**

(Lám. XXII, fig. 8)

1955 - *Cinnamomum* sp., MENÉNDEZ AMOR, págs. 115-116, lám. XXXV, fig. 3.

1992 - *Acer* sp., BARRÓN, págs. 546-547, lám. II, fig. 6.

Material

Se ha estudiado un único ejemplar procedente del afloramiento de Coll de Saig: MNCNV-303.

Descripción del material

Flor con pedúnculo recto de 0,3 cm de longitud, cáliz muy deteriorado de 0,4 cm de anchura donde apenas se distinguen los sépalos. Saliendo de este cáliz se observan 2 estambres completos con filamentos recurvados y anteras en las que no se pueden distinguir las tecas; también se pueden visualizar los filamentos de otros 5 estambres; no se observan carpelos.

Observaciones

El género *Acer* presenta flores hermafroditas y unisexuales, sin embargo tras estudiar este ejemplar no podemos asegurar que se trate de una flor masculina, ya que se pudieron perder los carpelos durante el proceso de fosilización.

Este resto floral no puede ser atribuido a ninguna especie en particular, ya que un gran número de especies del género *Acer* poseen flores con estas características.

Familia Meliaceae A. L. de Jussieu, 1789

Los primeros restos fósiles asignables a esta familia son granos de polen del Oligoceno de Camerún, descritos como *Psilastephanocolporites grandis* Salard-Cheboldaeff y comparables con el polen del género *Trichilia* L. (MULLER, 1981).

Esta familia hoy en día se encuentra integrada por 51 géneros y alrededor de 550 especies, extendidas en regiones tropicales y subtropicales, con relativamente pocas especies en climas templados (CRONQUIST, 1981).

En los afloramientos de la depresión Ceretana hemos hallado un conjunto de restos foliares que quizás se puedan relacionar con esta familia.

MACRORRESTOS

aff. *Cedrela* sp.

(Lám. XXII, fig. 9)

1884-1885 - *Fraxinus* sp., RÉROLLE, págs. 291-293, lám. X, fig. 10.

1990 - *Cedrela* sp., AMBERT & ROIRON, pág. 176, lám. 1, figs. 6-8.

Material

Se han estudiado 4 restos foliares procedentes de Coll de Saig, torrente de Vilella y barranco de Salanca que corresponden a impresiones en buen estado de conservación: MGBV-10044, MGBV-10560, MNCNV-4460, MNCNV-4792.

Descripción del material

Restos foliolares; longitud del peciólulo: 0,13 cm; limbo asimétrico, lanceolado, orientado hacia un lado; longitud del limbo: 8,34-4,16 cm; anchura máxima del limbo: 3,48-2,5 cm; distancia de la zona de máxima anchura a la base: 2-1,23 cm; ápice agudo; base redondeada o asimétrica, siendo entonces aguda; margen liso; nerviación curvipinnada simple; más de 8 pares de nervios secundarios curvados abruptamente, formando ángulos de divergencia de 45° a 90°; en algunas ocasiones, dicotomías en los nervios secundarios; presencia de nervios intersecundarios; nerviación terciaria percurrente con curso derecho o ahorquillado, formando ángulos rectos con el nervio medio; nervios de rango inferior ortogonalmente reticulados, formando areolas poligonales bien desarrolladas.

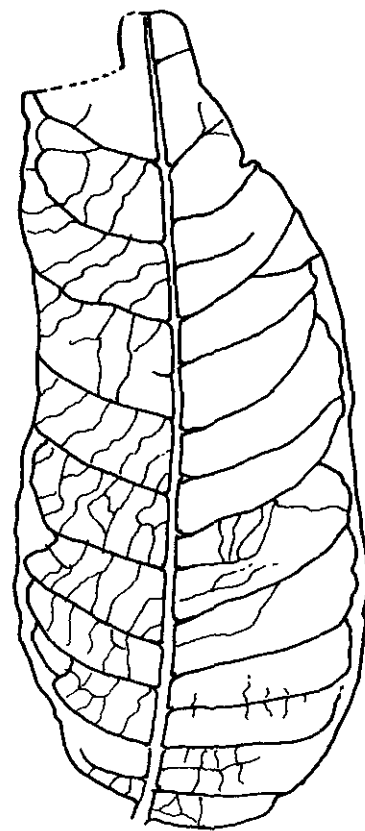


Fig. 62. aff. *Cedrela* sp. MNCNV-4460

Observaciones

A falta de estudios cuticulares, no podemos asegurar que estos restos foliares pertenezcan al género *Cedrela* L., por esta razón los mencionamos como *affinis*.

Si realmente estos ejemplares pudieran relacionarse con el género *Cedrela*, serían muy

semejantes a los del Messiniense de Murviel-Les-Beziers descritos por AMBERT & ROIRON (1990). Estos autores relacionan estos restos foliares con la especie fósil *C. sarmatica* Kov., y con las actuales: *C. fissilis* Vell., de Brasil y Panamá, y de *C. dugesi* Wats. y *C. glaziovii* D. C., de Estados Unidos.

Distribución estratigráfica y geográfica

-**Vallesiense.** La Cerdaña, Lérida, España.

-**Messiniense.** Murviel-Les-Beziers, Languedoc, Francia (AMBERT & ROIRON, 1990).

-**Pannoniense.** Aubenham, Marlpil, Baviera, Alemania (UNGER, 1983).

Orden Geraniales

Familia Geraniaceae A. L. de Jussieu, 1789

El registro fósil de esta familia es escaso estando integrado únicamente por palinomorfos. Los más antiguos se han encontrado en el Mioceno Superior de Venta del Moro, España (MULLER, 1981).

La familia Geraniaceae presenta polinización entomófila, y está compuesta actualmente por 6 géneros y unas 700 especies de distribución casi cosmopolita que habitan fundamentalmente en regiones templadas y subtropicales (HEYWOOD, 1985).

MICRORRESTOS

***Geranium* sp.**

(Lám. XXIII, fig. 1)

Palinomorfos asignables a este género se han encontrado por primera vez en la Cerdaña de forma puntual en los afloramientos del torrente de Vilella, vertedero de Sampsor, camino al Serrat de Nas y en las minas de Sanavastre y Sampsor, siendo referibles al tipo *Geranium molle* L., descrito por STAFFORD & BLACKMORE (1991).

Descripción del material

Granos 3-zonocolpados; isopolares; radialmente simétricos; no se han observado en vista ecuatorial; más o menos circulares en vista polar; E=78,5-61,25 µm; exina de 5-6 µm de espesor; sexina unas tres veces más gruesa que la nexina; téctum parcial; infratécum columelado; superficie reticulada con lúmenes de aproximadamente 3,75-1,6 µm; presencia

de báculos como elemento supratectal.

Orden Apiales

Familia Araliaceae A. L. de Jussieu, 1789

Los primeros restos fósiles asignables a esta familia datan del Cretácico Superior de las regiones polares y de Norteamérica, en donde se describieron especies asignables tanto al género *Aralia* L. como al género *Hedera* L. (ZITTEL, 1891). Sin embargo, en el Albiense del grupo Potomac (Virginia, USA), FONTAINE (1889) describió los paragénos *Araliaephyllum* y *Araliopsis* en base a restos foliares de plantas que presentaban una morfología semejante a la de varios géneros de Araliaceae actuales. Posiblemente estos taxones no se encuentren relacionados con la familia que nos ocupa.

Los primeros palinomorfos, *Tricolporopollenites armatus* Gruas-Cavagnetto & Bui, datan del Paleoceno superior de Francia. Polen del tipo *Hedera* se ha detectado en el Mioceno Superior de Venta de Moro (España), y en el Plioceno de Alemania (MULLER, 1981).

En la actualidad, la familia Araliaceae presenta 70 géneros y 700 especies extendidas por regiones tropicales y subtropicales, aunque unas pocas habitan zonas templadas (CRONQUIST, 1981). El tipo de polinización que presentan los distintos géneros de esta familia es entomófilo.

En el Mioceno Superior de la Cerdaña se han hallado palinomorfos y restos foliares que pueden atribuirse a esta familia.

MICRORRESTOS

Hedera sp.

(Lám. XXII, fig. 6)

Polen asignable a este género solamente se ha encontrado (por primera vez en la Cerdaña) en la mina de Sanavastre, siendo relacionable con el tipo *Hedera helix* L., descrito por VAN HELVOORT & PUNT (1984), y con la especie parataxónica *Araliaceopollenites reticuloides* Thiele-Pfeiffer, mencionada en el Egeriense y Eggenburgiense de Hungría por NAGY (1985).

Descripción del material

Granos 3-zonocolporados; isopolares; radialmente simétricos; subprolotos en vista

ecuatorial; redondeados en vista polar; $P \approx 32,5 \mu\text{m}$; $E \approx 31,25 \mu\text{m}$; colpos recorriendo longitudinalmente todo el grano de polen terminando en los polos donde no se fusionan; anchura de los colpos $\approx 3,75-2,5 \mu\text{m}$; poros alargados de unas $3,73 \mu\text{m}$ de luz; exina de unas $2 \mu\text{m}$ de espesor; nexina \approx sexina; tectum parcial; infratectum columelado; superficie reticulada; lúmenes desiguales de hasta $4 \mu\text{m}$ de luz, más anchos en la mesocolpia que en la proximidad de los colpos.

MACRORRESTOS

aff. *Aralia* sp.

(Lám. XXIII, fig 2)

1884-1885 - *Platanus* sp., RÉROLLE, págs. 279-280, lám. X, fig. 1.

1945 - *Aralia*?, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 344.

1945 - *Platanus* sp., VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 345.

1951 - *Aralia*(?), BATALLER, pág. 139.

1955 - *Aralia multifida*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 161-162, lám. XXXVIII, fig. 3.

1955 - *Platanus* sp., MENÉNDEZ AMOR, págs. 109-110.

Material

Se han estudiado 11 ejemplares como impresiones foliares en mal estado de conservación, colectados en el afloramiento de Coll de Saig:

MGBV-9688, MGBV-9757, MGBV-9758, MGBV-9759, MGSB-48472, MNCNV-246, MNCNV-251, MNCNV-252, MNCNV-815, MNCNV-2842, MNCNV-4700.

Descripción del material

Restos foliares siempre fragmentados, hasta el momento no se ha encontrado ningún ejemplar completo, ni con el peciolo; forma del limbo palmada, parece que con 5 lóbulos; longitud de alrededor de 15 cm; anchura máxima observada ≈ 12 cm; ápices agudos o redondeados; base no preservada; margen liso, aunque a veces aparecen dientes aislados o ramificaciones en los lóbulos del limbo; lóbulos a veces ramificados (MNCNV-815); en algunas ocasiones distalmente ensanchados (MNCNV-252, MGBV-9759) pareciendo que queda el lóbulo capitado; nerviación rectipalmada; por lo general, no se observa la presencia de nervios secundarios, que parecen ser curvipinnados con ángulo de divergencia de $\approx 45^\circ$ y curso derecho; si existe un diente o ramificaciones en los lóbulos un nervio secundario surge del nervio medio terminando en el ápice de estas estructuras; también se observan nervios secundarios que terminan en el seno que forma el punto de unión de dos lóbulos; presencia

de nervios intersecundarios; nerviación terciaria percurrente con curso derecho o ahorquillado, formando ángulos rectos con el nervio secundario y oblíquos frente al nervio medio.

Observaciones

Los restos descritos fueron asignados por MENÉNDEZ AMOR (1955), a la especie *Aralia (Oreopanax) multifida*, descrita por SAPORTA (1873), en el Estampiense de Aix-en-Provence. El autor considera que los ejemplares englobados en la especie anteriormente citada, podrían relacionarse tanto con el género *Oreopanax* Decne. & Planch., como con el género *Cussonia* Thumb., ambos de afinidades tropicales.

Nosotros no podemos confirmar que los restos foliares estudiados deban ser asignados a la especie fósil anteriormente citada. Además, hemos encontrado hojas de sombra en árboles de la especie *Ficus carica* L. que presentan la misma morfología que los restos descritos.

Desgraciadamente, no se han hallado fragmentos con cutícula preservada que nos permitan atribuir con certeza este tipo de resto foliar a uno u otro género. Por esta razón los citamos con duda como aff. *Aralia* sp.

Familia Apiaceae Lindley, 1836

El registro fósil de esta familia está referido únicamente a palinomorfos. Los más antiguos proceden del Eoceno inferior de la Cuenca Anglo-parisiense y de Francia y son relacionables con los tipos *Hydrocotyle* L. y *Bupleurum* L., respectivamente (MULLER, 1981). En el Plioceno de Rio Maior (Portugal), esta familia se encontraba bien representada a partir de 15 tipos de granos de polen (DINIZ, 1969).

Las apiáceas desarrollan una polinización entomófila, encontrándose integradas hoy en día por unos 300 géneros y 3.000 especies de distribución casi cosmopolita (CRONQUIST, 1981).

MICRORRESTOS

Apiaceae

Granos de polen asignables a esta familia se han hallado de forma puntual en todos los afloramientos de la Cerdaña excepto en el de Prats, Coll de Saig y vertedero de Sampsor. Dentro de este grupo deben encontrarse representados varios taxones que no se pueden llegar a distinguir a partir de palinomorfos. Nosotros hemos llegado a diferenciar dos tipos que en

los contajes hemos considerado conjuntamente.

Descripción del material

a) tipo 1 (Lám. XXII, fig. 8): granos 3-zonocolporados; isopolares; radialmente simétricos; prolatos en vista ecuatorial; no se han observado en vista polar; $P=59-47\ \mu\text{m}$; $E=23-19\ \mu\text{m}$; poros circulares con $6-3\ \mu\text{m}$ de luz; exina de $\approx 2-1,5\ \mu\text{m}$ de espesor, más gruesa en el ecuador que en los polos; sexina unas dos veces más gruesa que la nexina; téctum completo; infratéctum columelado; superficie escábrida.

b) tipo 2 (Lám. XXII, fig. 7): granos 3-zonocolporados; isopolares; radialmente simétricos; de prolatos a subprolatos en vista ecuatorial; no se han observado en vista polar; $P=30-27\ \mu\text{m}$; $E=21,8-12,7\ \mu\text{m}$; poros circulares de $2,7-1,8\ \mu\text{m}$ de luz; colpos adelgazados hacia los polos de $3-1,8\ \mu\text{m}$ de anchura; exina de unas $3\ \mu\text{m}$ de espesor, más gruesa en el ecuador que en los polos; sexina dos veces más gruesa que la nexina; téctum completo; infratéctum columelado; superficie escábrida.

Subclase Asteridae

Orden Solanales

Familia Convolvulaceae A. L. de Jussieu, 1789

Los primeros registros de esta familia son granos de polen del Eoceno Inferior del Camerún incluidos en la especie parataxónica *Calystegiapollis microechinatus* Salard-Cheboldaeff (MULLER, 1981).

Esta familia hoy en día presenta unos 50 géneros y 1.500 especies de distribución casi cosmopolita (CRONQUIST, 1981). Algunos autores como HEYWOOD (1985), la incluyen dentro del orden Polemoniales.

En el Mioceno Superior de la Cerdaña únicamente hemos detectados palinomorfos asignables a esta familia.

MICRORRESTOS

***Convolvulus* sp.**

(Lám. XXIII, fig. 3)

Polen asignable a este género se ha encontrado por primera vez en la Cerdaña de

forma puntual en los afloramientos de Beders, Coll de Saig, San Salvador, camino al Serrat de Nas y en las minas de Sanavastre y Sampsor; siendo comparable a los palinomorfos incluidos en el tipo *Convolvulus arvensis* L., descrito por SENGUPTA (1972) y CRONK & CLARKE (1981). Su escasa presencia en los sedimentos de la Cerdaña se debe fundamentalmente a su dispersión entomófila.

Descripción del material

Granos 3-zonocolpados; isopolares; radialmente simétricos; subprolato en vista ecuatorial; circulares en vista polar; P=54,63-60 µm; E=50-45,5 µm; colpos estrechos con una anchura de aproximadamente 4,5 µm, no presentando engrosamientos a lo largo de su recorrido y acabando en los polos donde no se fusionan; exina ≈3,6-4 µm; sexina unas 3 veces más gruesa que la nexina; semitectado; infratécum columelado; superficie de la exina perforada.

Observaciones

NAGY (1985), relaciona granos semejantes a los estudiados por nosotros con la familia Alangiaceae, de distribución tropical. Sin embargo, según ERDTMAN (1986), los palinomorfos de esta familia presentan las aperturas colporadas, colporoidadas o poros. Los granos estudiados por nosotros son colpados, por lo que creemos no se pueden relacionar con Alangiaceae. Las figuras atribuidas por NAGY (1985), a *Alangiopollis simplex* Nagy, no presentan poros ni poroides, por lo que quizás los ejemplares figurados por esta autora debieran relacionarse con Convolvulaceae.

Orden Lamiales

Familia Boraginaceae A. L. de Jussieu, 1789

Es escaso el registro fósil de esta familia, estando basado únicamente en palinomorfos. Los más antiguos que se conocen son los del Oligoceno inferior de Puerto Rico, incluidos en el tipo *Tournefortia bicolor* Sw. (MULLER, 1981).

En la actualidad se encuentra integrada por unos 100 géneros y 2.000 especies de distribución cosmopolita (CRONQUIST, 1981). Algunos autores como HEYWOOD (1985) la incluyen dentro del orden Polemoniales.

En el Mioceno Superior de la Cerdaña únicamente se han hallado granos de polen.

MICRORRESTOS

Echium sp.

(Lám. XXIII, fig. 6)

Granos de polen asignables a este género aparecen por vez primera en la zona estudiada de forma puntual en los afloramientos del barranco de Salanca y camino al Serrat de Nas, pudiéndoseles comparar con los tipos *Echium vulgare* L. y *Echium flavum* Desf., descritos por CLARKE (1977), y DÍEZ in VALDÉS et al. (1987), respectivamente. Estos palinomorfos presentan una dispersión de tipo entomófilo.

Descripción del material

Pólenes 3-zonocolporados; heteropolares; con simetría radial; piriformes en vista ecuatorial; triangulares en vista polar; $P \approx 35,5 \mu\text{m}$; $E \approx 26 \mu\text{m}$; colpos estrechos de $\approx 1 \mu\text{m}$ que recorren el polen en toda su longitud terminando en los polos sin fusionarse; poros con unas $4,5 \mu\text{m}$ de diámetro, algunas veces con apariencia alargada; exina de unas $1,3 \mu\text{m}$; no se distingue la nexina de la sexina a M. O.; téctum completo; no se observa el infratécum columelado; superficie psilada.

Familia Lamiaceae Lindley, 1836

Los primeros registros están referidos a palinomorfos del Mioceno Superior de Alaska (tipo *Salvia* L.), España y Alemania (tipo *Mentha* L.) (MULLER, 1981).

Esta familia se encuentra representada en la actualidad por 200 géneros y 3.200 especies de distribución cosmopolita.

En el Mioceno Superior de la Cerdaña tan sólo se encuentra representada a partir de tres tipos de granos de polen, uno de los cuales es referible al género *Phlomis* L.

MICRORRESTOS

Phlomis sp.

(Lám. XXIII, fig. 4)

Polen asignable a este género aparece de forma apreciable o puntual en todos los afloramientos de la Cerdaña menos en el torrente de la Bavosa, carretera de Bellver de Cerdanya a Pi, camino de Balltarga a Bor, Coll de Saig, camino al Serrat de Nas y Can Vilella. Este género presenta una dispersión entomófila de sus granos de polen.

Descripción del material

Granos 6-zonocolpados; isopolares; con simetría radial; prolatos en vista ecuatorial; circulares en vista polar; $P=42,7-40,9\ \mu\text{m}$; $E=25,4\ \mu\text{m}$; colpos terminales, estrechos, con aproximadamente $2\ \mu\text{m}$ de anchura; exina $\approx 1,5-2,5\ \mu\text{m}$ de espesor; sexina=nexina; téctum parcial; infratécum columelado; superficie microrreticulada.

Lamiaceae

Bajo esta denominación englobamos dos tipo de palinomorfos que pertenecieron a plantas entomófilas:

a) tipo 1 (Lám. XXIII, fig. 5): granos 6-zonocolpados; isopolares; radialmente simétricos; no se han observado en vista ecuatorial; circulares en vista polar; $E\approx 30\ \mu\text{m}$; los colpos recorren longitudinalmente todo el grano llegando hasta los polos donde no se fusionan con anchuras de $1,25-2,5\ \mu\text{m}$; exina de unas $0,9\ \mu\text{m}$ de espesor; sexina y nexina no diferenciadas; téctum completo; no se observa el infratécum columelado; superficie psilada.

Este tipo de polen ha sido hallado de forma puntual en los afloramientos del torrente de Vilella, vertedero de Sampsor, barranco de Salanca, Prats, Beders, riu de Santa María, camino al Serrat de Nas y en las minas de Sanavastre y Sampsor, sin que se pueda asignar a ningún género concreto de labiada.

b) tipo 2: polen 6-zonocolpado; isopolar; radialmente simétrico; subprolato en vista ecuatorial; no se ha observado en vista polar; $P=33,75\ \mu\text{m}$; $E=28,75\ \mu\text{m}$; colpos de unas $25\ \mu\text{m}$ de longitud, estrechos, de aproximadamente $1,25\ \mu\text{m}$ de anchura; exina de unas $1,25\ \mu\text{m}$; sexina y nexina no diferenciadas; téctum completo; infratécum columelado; superficie escábrida.

Sóamente hemos hallado un grano de este tipo en la mina de Sampsor, no pudiendo ser asignado a ningún género en concreto como en el caso anterior.

Orden Scrophulariales

Familia Oleaceae Hoffmannsegg & Link, 1813-1820

Algunos autores como CRONQUIST (1981) incluyeron la familia Oleaceae dentro del orden Scrophulariales, mientras que otros como HEYWOOD (1985), la integraron dentro del

orden Gentianales. También ha sido segregada como único miembro de Oleales (CALL & DILCHER, 1992).

Según CALL & DILCHER (1992), los registros más antiguos de la familia datan del Eoceno de Norteamérica, estando basados en sámaras asignables al género *Fraxinus* L. No obstante, SUZUKI (1982), cita la especie *Chionanthus mesozoica* M. Suzuki & Nishida, a partir de leños en el Cretácico de Chiba (Japón). Los primeros registros polínicos fiables datan del Oligoceno de Bélgica, siendo comparables con el tipo *Olea* L. (MULLER, 1981).

Actualmente la familia Oleaceae está representada por 30 géneros y 600 especies de distribución casi cosmopolita, encontrándose muy bien representada en Asia y Malasia (CRONQUIST, 1981).

En el Mioceno superior de la Cerdaña las oleáceas se encuentran representadas tanto por macrorrestos (*Fraxinus*), como por granos de polen (*Fraxinus*, *Olea*, *Ligustrum* L. y *Phyllirea* L.). No ha sido posible asignar algunos de los palinomorfos estudiados a ningún género concreto de oleácea, dado su estado de preservación, por lo que se les ha agrupado en los contajes polínicos como Oleaceae.

MICRORRESTOS

Fraxinus sp.

(Lám. XIII, fig. 12)

Granos de polen asignables a este género se han detectado de forma puntual o con cierta representación en todos los afloramientos de la Cerdaña menos en el del vertedero de Sampsor, Coll de Saig y Can Vilella, siendo relacionables con los del tipo *Fraxinus-excelsior* L., descrito por PUNT et al. (1991). Las especies del género *Fraxinus* que en la actualidad presentan este tipo de palinomorfo poseen una polinización de tipo anemófilo.

Descripción del material

Granos 3-zonocolpados; isopolares; con simetría radial; subprolato en vista ecuatorial; circulares en visión polar; P=25,6-28 µm; E=26,25-20.6 µm; colpos de aproximadamente 1,25-3,75 µm, recorren longitudinalmente todo el grano; exina de unas 1,62-1,25 µm de espesor; sexina unas dos veces más gruesa que la nexina; téctum parcial; infratéctum columelado; superficie reticulada con lúmenes irregulares, de 2,5-0,6 µm de luz, encontrándose los de menor luz alrededor de los colpos.

***Ligustrum* sp.**

(Lám. XXIV, fig. 8)

Polen asignable a este género se ha hallado por primera vez en la Cerdaña de forma puntual en los afloramientos del barranco de Salanca y torrente de Vilella, siendo identificable con el tipo *Ligustrum vulgare* L., enunciado por PUNT et al. (1991). Quizás también pudieran ser relacionados con las especies parataxónicas descritas por NAGY (1985): *Oleoidearumpollenites chinensis*, del Egeriense, Karpatiense y Sarmatiense de Hungría, y *O. reticulatus*, del Egeriense, Karpatiense y Badeniense inferior también de Hungría.

Este género presenta una dispersión entomófila de sus granos de polen.

Descripción del material

Granos 3-zonocolpados; isopolares; con simetría radial; esféricos en visión polar; no se han observado en vista ecuatorial; $E \approx 57 \mu\text{m}$; colpos estrechos ($\approx 6,3 \mu\text{m}$) que recorren longitudinalmente todo el grano llegando hasta los polos en donde no se fusionan; exina con unas $6,3 \mu\text{m}$ de espesor; sexina 1,5-2 veces más gruesa que la nexina; téctum parcial; infratéctum columelado; superficie reticulada con lúmenes grandes de hasta $5,5 \mu\text{m}$ de luz, siendo más pequeños alrededor de los colpos y en los polos ($\approx 1 \mu\text{m}$).

***Olea* sp.**

(Lám. XXIV, fig. 3)

Granos de polen asignables a este género se han detectado de forma puntual en los afloramientos del barranco de Salanca, torrente de Vilella, Prats, camino al Serrat de Nas, vertedero de Sampsor y en la mina de Sanavastre, siendo referibles al tipo *Olea europaea* L., descrito por CANDAU in VALDÉS et al. (1987) y PUNT et al. (1991).

El género *Olea* presenta una polinización de tipo entomófilo, pero tiende a la anemofilia, por lo que produce gran cantidad de granos de polen que quedan suspendidos en la atmósfera (WODEHAUSE, 1965).

Descripción del material

Granos 3-zonocolpados; isopolares; radialmente simétricos; subprolotos en vista ecuatorial; circulares en vista polar; $P \approx 25,5 \mu\text{m}$; $E \approx 24 \mu\text{m}$; colpos estrechos de alrededor de $3 \mu\text{m}$; exina de unas $2 \mu\text{m}$ de espesor; sexina unas dos veces más gruesa que la nexina;

téctum parcial; infratéctum columelado con columelas simples; superficie reticulada con lúmenes irregulares de unas 2 µm de luz que son más reducidos alrededor de los colpos; lúmenes tan anchos o algo más que los muros.

***Phyllirea* sp.**

(Lám. XXIII, fig. 10)

Palinomorfos atribuibles a este género, aparecen con cierta representación o de forma puntual en los afloramientos del torrente de Vilella, barranco de Salanca, Prats y en la mina de Sanavastre, siendo referibles al tipo *Phyllirea angustifolia* L. descrito por PUNT et al. (1991).

Este género presenta flores con polinización entomófila.

Descripción del material

Granos 3(4)-zonocolpados; isopolares; con simetría radial; subprolotos en vista ecuatorial; circulares en vista polar; P=23,18-17,3 µm; E=15-25,4 µm; colpos estrechos que recorren el grano en toda su longitud, terminando sin fusionarse en la zona central de los polos; exina de unas 3 µm; sexina algo más gruesa que la nexina; téctum parcial; infratéctum columelado; superficie reticulada; lúmenes de 1-1,5 µm de luz que no decrecen ni en los polos ni cerca de los colpos.

MACRORRESTOS

***Fraxinus numana* MASSALONGO, 1859**

(Lám. XXIV, figs. 1 y 2)

- * 1859 - *Fraxinus numana*, MASSALONGO & SCARABELLI, págs. 284-285, lám. IX, figs. 3-5, lám. XLII, fig. 2.
- 1873 - *Fraxinus gracilis*, SAPORTA, pág. 226.
- 1879 - *Fraxinus gracilis*, SAPORTA, pág. 109, figs. 13-14, pág. 345.
- 1884-1885 - *Fraxinus* sp., RÉROLLE, págs. 54, lám. XIX, fig. 2.
- 1888 - *Fraxinus gracilis*, SAPORTA, pág. 232, fig. 10, pág. 233.
- 1891 - *Fraxinus gracilis*, ZITTEL, pág. 328, fig. 10, pág. 752.
- 1945 - *Fraxinus praedicta*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 346, 351, lám. V.
- 1955 - *Dicotyledonea* sp., MENÉNDEZ AMOR, pág. 182, lám. LI, fig. 4.
- 1955 - *Potamogeton rufescens*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 54, lám. XIX, fig. 2.
- 1981 - *Fraxinus gracilis*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
- 1981 - *Fraxinus* sp., ÁLVAREZ RAMIS, pág. 557.
- 1981 - *Fraxinus gracilis*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, pág. 34.
- 1981 - *Fraxinus* sp., ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, págs. 34-36.
- 1988 - *Fraxinus praedicta*, GÓMEZ-ALBA, lám. 17, fig. 7.
- 1991 - *Fraxinus excelsior*, BARRÓN, págs. 101-108, text-figs. 3-5, lám. 1, figs. 1-9.

Material

Se han estudiado 13 ejemplares correspondientes a sámaras y a foliolos, preservados como impresiones y compresiones sin cutícula preservada, en buen estado de conservación. Todos estos restos proceden de los afloramientos de Coll de Saig, torrente de Vilella, barranco de Salanca, Beders y Can Pilbre:

- Folios: MGBV-9493, MGBV-9795, MGBV-9862, MNCNV-312, MNCNV-467, MNCNV-494, MNCNV-687, MNCNV-924, MNCNV-4715.

- Sámaras: CLF nº-032, MGBV-9493, MGBV-10170, MGBV-10495, MNCNV-3121, MNCNV-3293b, MNCNV-3294, MNCNV-3295, MNCNV-4714, MNCNV-4716.

Diagnosis original (MASSALONGO & SCARABELLI, 1859)

F. foliis pinnatis, foliolis coriaceis lanceolato-ellipticis, integerrimis, utrinque attenuatis obtusiusculis, costa validissima, nervis secundariis camptodromis alternis ad extremum marginem arcuatim conjunctis, nervulis venisque obsoletis. Samaris elliptico-oblongis, nervoso-striatis, integris utrinque obtusiusculi.

Descripción del material

Folios cortamente peciolulados (Lám. XXIV, fig. 1); longitud del peciolulo: 0,3-0,1 cm; limbo de elíptico a lanceolado; longitud del limbo: 5,1-3,9 cm; anchura máxima del limbo: 2,3-2,1 cm; distancia de la zona de máxima anchura a la base: 2,3-1,7 cm; ápice agudo o acuminado; base cuneiforme; margen aserrado irregularmente, presentando mayor número de dientes en el margen que nervios secundarios; serración con ángulo apical agudo cóncavo-convexo; nerviación semilazada; 8-6 pares de nervios secundarios curvados uniformemente con ángulo de divergencia de unos 45°, siendo este ángulo más o menos abierto en el ápice; presencia de nervios intersecundarios; nerviación terciaria percurrente con curso derecho o ahorquillado formando ángulos rectos con los nervios secundarios y siendo oblicuos frente al nervio medio; nerviación de rango inferior a la terciaria reticulada ortogonalmente formando areolas poligonales bien desarrolladas.

Sámaras de 2,5-5 cm de longitud (Lám. XXIV, fig. 2); forma obovada con el ala truncada en su ápice; semillas que ocupan alrededor de 1/3 de la longitud de la sámara recorridos longitudinalmente por venas; cicatriz por donde la nuez alada se abrirá en el momento de la germinación y le que recorre longitudinalmente; superficie ornada por venas

(que se desarrollan muy juntas sobre la cicatriz) con ramificaciones dicótomas.

Observaciones

La especie descrita es comparable a la actual *Fraxinus excelsior*, la cual habita en Europa y Asia Menor. Las especies fósiles descritas a partir de restos foliares: *Fraxinus excelsifolia* Wessel & Weber, *Fraxinus arvernensis* Laurent y *Fraxinus excelsior* var. *pliocenica* Laurent (WESSEL & WEBER, 1855; LAURENT, 1904-1905, 1908), pudieran asignarse tanto a la especie descrita como a distintos géneros de juglandáceas, por lo que sería necesario realizar estudios cuticulares para una atribución apropiada a uno u otro género.

Esta es la primera vez que se describe la especie *Fraxinus numana* en el Mioceno Superior de la Cerdaña y en el conjunto del Terciario español.

Distribución estratigráfica y geográfica

- Vallesiense.** La Cerdaña, Lérida, España.
- Pontiense.** Senigalia, Italia (MASSALONGO & SCARABELLI, 1859).
- Villafranquiense.** Ceyssac, Alto Loira, Francia (SAPORTA, 1873).

Orden Rubiales

Familia Rubiaceae A. L. de Jussieu, 1789

Los primeros registros de esta familia parecen ser restos foliares colectados en el Eoceno medio del Sureste de Estados Unidos (CRONQUIST, 1981). Los primeros granos de polen encontrados datan del Eoceno superior de Alemania, siendo relacionables con el tipo *Gardenia* Ellis, e incluidos en la especie *Triporetetradites pachterstedtensis* Krutzsch (MULLER, 1981). Flores han sido registradas en el ámbar del Oligoceno medio de Samland (Kalinin, Rusia) (ZITTEL, 1891).

Esta familia está integrada en la actualidad por 450 géneros y 6.500 especies de distribución cosmopolita.

En el Mioceno Superior de la Cerdaña, únicamente hemos hallado palinomorfos asignables a esta familia.

MICRORRESTOS

Rubiaceae

(Lám. XXIII, fig. 11)

Polen asignable a la familia que nos ocupa se ha hallado de forma puntual en los afloramientos del barranco de Salanca, camino al Serrat de Nas, vertedero de Sampsor y en la Mina de Sampsor. No es posible, dada su morfología, relacionarlo con ningún género de esta familia ya que un buen número de ellos son estenopalinos.

La dispersión de este tipo de polen es entomófila.

Descripción del material

Granos 8-10-zonocolpados; isopolares; con simetría radial; circulares en vista polar, no habiéndose observado nunca en vista ecuatorial; $E \approx 33,6 \mu\text{m}$; colpos estrechos, que recorren longitudinalmente el polen llegando hasta los polos donde no se fusionan entre ellos; exina de aproximadamente $1,8 \mu\text{m}$ de espesor; sexina=nexina; tectum completo; no se observa el infratectum columelado; superficie psilada o algo escábrida.

Orden Dipsacales

Familia Caprifoliaceae A. L. de Jussieu, 1789

Los primeros registros de esta familia quizás pudieran ser referidas al Cretácico Superior, ya que se han asignado restos foliares y frutos procedentes de las regiones árticas al género *Viburnum* L. (ZITTEL, 1891).

Los primeros registros polínicos datan del Eoceno Medio y Superior de Francia, siendo referidos al género *Viburnum*, y más concretamente a la especie: *Tricolporopollenites viburnoides* Gruas-Cavagnetto (MULLER, 1981). Los granos de polen relacionables con el género *Lonicera* L., no aparecen hasta el Oligoceno (MULLER, 1981).

Esta familia comprende hoy en día unos 15 géneros y 400 especies que se distribuyen principalmente por zonas templadas del Hemisferio Norte, regiones boreales y montañas tropicales (CRONQUIST, 1981).

En el Mioceno Superior de la Cerdaña se ha detectado un conjunto de palinomorfos relacionables con la familia Caprifoliaceae, y en concreto con tres géneros de ésta (*Lonicera*, *Sambucus* L. y *Viburnum*). Hemos de hacer mención del hallazgo de polen de tipo "Sambucoide" en el afloramiento del torrente de la Bavosa, el cual no se puede asignar a ningún género en concreto dado su mal estado de preservación.

MICRORRESTOS

Lonicera sp.

(Lám. XXIV, fig. 4)

Granos de polen asignable a este género han sido detectados por primera vez en la Cerdaña de forma puntual en los afloramientos del camino al Serrat de Nas, Prats, torrente de Vilella, barranco de Salanca, Beders y en las minas de Sanavastre y Sampsor. Pudiéndose relacionarlos con el tipo *Lonicera peryclimenum* L., descrito por PUNT **et al.** (1974) y DÍEZ in VALDÉS **et al.** (1987), el cual presenta una dispersión de tipo entomófilo.

Descripción del material

Granos 3-zonocolporados; isopolares; con simetría radial; casi circulares en visión ecuatorial; planos en vista polar; E=46,3-69 μ m; ectoaperturas de tipo colpo subterminales; endoaperturas tipo poro, lalongadas, algo menos largas que el colpo; exina \approx 2,5-3 μ m de espesor en la mesocolpia; sexina unas tres veces más gruesa que la nexina; téctum completo; infratéctum columelado; superficie con espínulas de unas 3 μ m de longitud.

Sambucus sp.

(Lám. XXIII, fig. 9)

Este tipo de polen ha sido encontrado por vez primera en la Cerdaña de forma puntual en los afloramientos del riu de Santa María, San Salvador, Beders, barranco de Salanca, torrente de Vilella, carretera de Bellver de Cerdanaya a Pi, camino al Serrat de Nas, vertedero de Sampsor y en la Mina de Sanavastre; siendo identificable con el tipo *S. ebulus* L., descrito por PUNT **et al.** (1974). Este tipo de polen presenta algunas afinidades con la especie parataxónica descrita por NAGY (1985), *Caprifoliipites sambucoides*, del Karpatiense, Badeniense y Sarmatiense de Hungría.

Este género presenta una polinización entomófila.

Descripción del material

Granos 3-zonocolporados; isopolares; con simetría radial; subprolotos en vista ecuatorial; circulares en vista polar; P=20-25 μ m; E=16-20 μ m; colpos anchos de unas 3 μ m, que recorren longitudinalmente todo el grano terminando en los polos, aquí éstos se presentan casi unidos sin llegar a fusionarse; poros lalongados de aproximadamente 3 μ m de longitud

y 1,5-2 μm de anchura; exina de unas 3 μm de espesor; sexina unas dos veces más gruesa que la nexina; téctum parcial; infratéctum columelado; superficie reticulada con lúmenes de $\approx 1 \mu\text{m}$; y muros estrechos y lisos sin elementos suprategmáticos; alrededor de las aperturas los lúmenes disminuyen de tamaño.

***Viburnum* sp.**

(Lám. XXIV, fig. 9)

Esta forma polínica es referible al tipo *Viburnum tinus* L., descrito por DÍEZ in VALDÉS et al. (1987), hallándose por primera vez en la Cerdaña de forma puntual en los afloramientos del torrente de Vilella, barranco de Salanca y en las minas de Sanavastre y Sampsor.

El género *Viburnum* presenta una polinización entomófila.

Descripción del material

Granos 3-zonocolporados; isopolares; con simetría radial; subprolato en vista ecuatorial; circulares en vista polar; $P \approx 23\text{-}24 \mu\text{m}$; $E \approx 28 \mu\text{m}$; colpos de unas 3,5 μm de anchura, que recorren el grano en toda su longitud llegando hasta los polos donde terminan muy cercanamente los unos de los otros sin fusionarse; poros alargados de aproximadamente 2 μm de anchura y 4 μm de longitud; exina de unas 3 μm ; sexina=nexina; téctum parcial; infratéctum columelado; superficie reticulada con lúmenes de hasta 3,5 μm de luz; malla irregular, gruesa y lisa sin elementos suprategmáticos; alrededor de las aperturas los lúmenes disminuyen de tamaño.

Familia Valerianaceae Batsch, 1802

Los primeros vestigios que se tienen de esta familia están referidos a pólenes del Mioceno Superior de Venta del Moro, España (MULLER, 1981). En el Mioceno Superior de la Cerdaña, esta familia se encuentra representada por un sólo tipo de grano, y está constituida actualmente por unos 13 géneros y 300 especies de distribución casi cosmopolita (CRONQUIST, 1981).

MICRORRESTOS

***Valeriana* sp.**

(Lám. XXIV, fig. 5)

Este tipo de palinomorfos aparece por primera vez en la Cerdaña de forma puntual en las minas de Sanavastre y Sampsor. Presentaron una dispersión de tipo entomófilo.

Descripción del material

Granos 3-zonocolpados; isopolares; radialmente simétricos; de prolotos a subprolotos en vista ecuatorial; circulares en visión polar; $P=48,7-42\ \mu\text{m}$; $E=33,7-27\ \mu\text{m}$; colpos de $\approx 2\ \mu\text{m}$ de anchura, recorren longitudinalmente el grano acabando en los polos donde no se fusionan; exina de unas $2\ \mu\text{m}$ de espesor; sexina unas dos veces más gruesa que la nexina; téctum completo; infratéctum columelado, superficie microrreticulada con espínulas dispersas de alrededor de $1\ \mu\text{m}$ de longitud.

Familia Dipsacaceae A. L. de Jussieu, 1789

Los primeros registros asignables a esta familia son palinomorfos del Mioceno Medio de Hungría, que se incluyeron en la especie parataxónica *Scabiosaepollenites magnus* Nagy (MULLER, 1981; NAGY, 1985).

Esta familia en la actualidad está constituida por 10 géneros y alrededor de 270 especies que se distribuyen por Eurasia y África (CRONQUIST, 1981).

En el Mioceno Superior de la Cerdaña hemos detectado palinomorfos del mismo tipo que los mencionados por NAGY (1985).

MICRORRESTOS

***Scabiosa* sp.**

(Lám. XXV, fig. 1)

El tipo de polen asignable a este género ha sido hallado de forma puntual en los afloramientos del torrente de Vilella, camino al Serrat de Nas, carretera de Bellver de Cerdanya a Pi y la mina de Sampsor, siendo referible al tipo *Scabiosa columbaria* L. descrito por CLARKE & JONES (1981), y a *Scabiosaepollenites magnus*, del Karpatische, Badeniense inferior y Pannoniense de Hungría.

Este tipo de polen presentaba una dispersión de tipo entomófilo.

Descripción del material

Pólenes 3-zonocolpados; isopolares; radialmente simétricos; subprolato en vista ecuatorial; circulares o ligeramente elípticos en visión polar; $P=88,7-80\ \mu\text{m}$; $E=77,5-74,5\ \mu\text{m}$; colpos cortos ($\approx 31,25\ \mu\text{m}$) que no llegan a los polos, y estrechos ($\approx 1,8\ \mu\text{m}$); exina de unas $7,5\ \mu\text{m}$ de espesor; sexina unas dos veces más gruesa que la nexina; tectum completo; infratectum columelado; superficie equinulado-equinada con espínulas dispersa de unas $2\ \mu\text{m}$ de longitud, entre las que se encuentran gran cantidad de espínulas de menos de $1\ \mu\text{m}$.

Orden Asterales

Familia Asteraceae Dumortier, 1822

Parece ser que el origen de esta familia es relativamente reciente, ya que los primeros registros obtenidos provienen del Oligoceno superior de Austria (*Tricolpopollenites microechinatus* Hochuli), en referencia a las compuestas tubulifloras. La ligulifloras son detectadas por vez primera en el Mioceno Inferior (MULLER, 1981).

Restos macroscópicos asignables a esta familia sin lugar a dudas, son frutos agrupados en la especie parataxónica *Cypselites gypscrus* Sap., del Oligoceno de Aix-en-Provence (ZITTEL, 1891). La inflorescencia descrita en los sedimentos del límite Oligoceno-Mioceno del Suroeste de Montana, *Vacquiera cronquistii* Becker, no debe ser asignada a la familia que nos ocupa (CREPET & STUESSY, 1978; TAYLOR & TAYLOR, 1993). Últimamente, se ha descrito un "capítulo" en el tránsito Maastrichtiense-Paleoceno de Nigeria como *Palaeogundelia sahelianum* (HANON et al., 1990), que a nuestro entender tampoco debería ser atribuido a esta familia, ya que no presenta ni flósculos ni lígulas, ni existe polen asignable a esta familia sobre los ejemplares, ni en los sedimentos donde se han hallado.

En la actualidad las compuestas engloban más de 1.100 géneros y quizás hasta 20.000 especies de distribución cosmopolita (CRONQUIST, 1981).

En el Mioceno Superior de la Cerdaña no es raro encontrar palinomorfos referibles a la familia Asteraceae. En este trabajo se han agrupado por un lado los granos de las asteráceas ligulifloras y por otro los de las tubulifloras.

La familia Asteraceae presenta una dispersión entomófila de sus granos de polen.

MICRORRESTOS

Asteraceae liguliflorae

Este tipo de polen que presenta la característica fundamental de ser fenestrado, aparece con cierta representación o de manera puntual en todos los afloramientos de la Cerdaña salvo en el de Coll de Saig. Se ha distinguido dos morfologías en base a su tamaño y a la ornamentación de la exina. Sin embargo, dentro de estos dos tipos se incluyen seguramente granos de polen pertenecientes a más de un taxón, ya que existen géneros estenopalinos:

Descripción del material

a) tipo 1 (Lám. XXIV, fig. 7; Lám. XXV, fig. 2): granos fenestrados; isopolares; con simetría radial; circulares en vista ecuatorial; hexagonales en vista polar; diámetro $\approx 33-43 \mu\text{m}$; exina de $6-8 \mu\text{m}$ de grosor a nivel de las crestas; sexina 2-3 veces más espesa que la nexina; tectum parcial dispuesto en lagunas con contorno pentagonal o exagonal; infratectum columelado; sobre las crestas aparecen espinas de $3-7 \mu\text{m}$.

Este tipo es el más comúnmente encontrado, y según sean sus lagunas (pentagonales o hexagonales) pueden ser asignados a los tipos *Tragopogon* L., *Scorzonera* L. y *Cichorium* L., respectivamente, según lo expuesto por DÍEZ in VALDÉS et al. (1987); y del mismo modo al tipo *Cichorium intybus* L., descrito por BLACKMORE (1984).

b) tipo 2 (Lám. XXIV, fig. 6): granos fenestrados; isopolares; con simetría radial; circulares en vista ecuatorial; hexagonales en vista polar; diámetro $\approx 28-44 \mu\text{m}$; exina de $12-15,45 \mu\text{m}$ de espesor a nivel de las crestas; sexina más de dos veces más gruesa que la nexina; tectum parcial, con su superficie diferenciada en lagunas; infratectum columelado; sobre las crestas aparecen espinas de $7,2-4,5 \mu\text{m}$, las cuales parecen rodear todo el grano formando una especie de corona.

Este tipo de polen ha sido detectado en el afloramiento del barranco de Salanca, Beders y en la mina de Sanavastre, pudiéndose referir a los tipos *Lactuca serriola* L. y *Lactuca sativa* L., descritos por DÍEZ in VALDÉS et al. (1987) y BLACKMORE (1984), respectivamente.

Asteraceae tubuliflorae

Palinomorfos asignables a este grupo, aparecen de forma constante en todos los

afloramientos de la Cerdaña. En algunos casos su presencia es puntual, en otros, suficientemente representativa, sin llegar a poderlos considerar como abundantes. En los afloramientos de la Cerdaña ponemos de manifiesto la existencia de cuatro tipos en donde seguramente se incluyen granos de polen pertenecientes a más de un taxón, ya que existen géneros estenopalinos, del mismo modo que en las ligulifloras. Los tipos observados han sido los siguientes:

Descripción del material

a) tipo 1 (Lám. XXV, fig. 4): granos 3-zonocolporados; isopolares; con simetría radial; circulares o suboblatos en visión ecuatorial; casi circulares en visión polar; $E \approx 20 \mu\text{m}$; $P \approx 24 \mu\text{m}$; colpos cortos que no alcanzan los polos; anchura de los colpos alrededor de $3 \mu\text{m}$; no se observan poros al M. O., al M. E. B. constatamos que éstos aproximadamente poseen $1 \mu\text{m}$ de luz; exina de unas $4 \mu\text{m}$ de espesor; sexina hasta cuatro veces más gruesa que la nexina; nexina engrosada alrededor de las endoaperturas formando costillas; téctum parcial; infratéctum columelado; superficie microrreticulada con lúmenes de aproximadamente $1 \mu\text{m}$ de anchura, tanto como los muros; espinas de unas $4 \mu\text{m}$ de longitud.

Este tipo de polen aparece en todos los afloramientos estudiados, siendo equiparable al tipo *Anthemis arvensis* L. descrito por DÍEZ in VALDÉS et al. (1987). También es relacionable con la especie parataxónica descrita por NAGY (1985), *Tubulifloridites anthemidearum*, hallada en el Karpatense, Badeniense, Sarmatiense y Pannoniense de Hungría.

b) tipo 2 (Lám. XXV, fig. 9): granos 3-zonocolporados; isopolares; con simetría radial; circulares o suboblatos en vista ecuatorial; más o menos circulares y anguloaperturados, en vista polar; $P \approx 40,5 \mu\text{m}$; $E \approx 47 \mu\text{m}$; colpos con unas $4 \mu\text{m}$ de anchura; exina de aproximadamente $15 \mu\text{m}$ de espesor; sexina 3-4 veces más gruesa que la nexina; téctum parcial; infratéctum con columelas densas; superficie perforada-finemente reticulada con lúmenes de alrededor de $1 \mu\text{m}$, pero tan anchos o algo más anchos que los muros; espinas de unas $4 \mu\text{m}$ de longitud.

Este tipo de polen aparece en el afloramiento de Beders, pudiéndose quizás relacionar con el tipo *Senecio vulgaris* L., descrito por DÍEZ in VALDÉS et al. (1987).

c) tipo 3 (Lám. XXV, fig. 5): granos 3-zonocolporados; isopolares; con simetría radial; esféricos o algo elípticos en vista ecuatorial; no se han observado en vista polar; diámetro ≈ 47 μm ; colpos estrechos; exina de alrededor 3,1 μm de espesor; sexina tan gruesa como la nexina; téctum casi completo; infratéctum columelado; formación de crestas donde el téctum está presente; espinas situadas sobre las crestas de unas 6,3 μm ; ornamentación perforada en las lagunas.

Este tipo de polen está presente en el barranco de Salanca y en la mina de Sampson, y no hemos podido relacionarlo con ningún género en particular.

d) tipo 4 (Lám. XXV, fig. 8): granos 3-zonocolporados; isopolares; con simetría radial; esféricos tanto en vista ecuatorial como en vista polar; diámetro $\approx 26,25$ μm ; colpos y poros no se observan al M. O.; exina de aproximadamente 1,25 μm de espesor; sexina del mismo grosor que la nexina; téctum completo; infratéctum columelado; formación de crestas; presencia de espinas orientadas en dos filas sobre las crestas con unas 2,5 μm de longitud.

Este tipo de polen ha sido detectado únicamente en el afloramiento de la carretera de Bellver de Cerdanya a Pi, y quizás pueda ser referible al tipo *Calendula arvensis* L., descrito por DÍEZ in VALDÉS et al. (1987).

e) tipo 5 (Lám. XXV, fig. 3): pólenes 3-zonocolporados; isopolares; radialmente simétricos; prolatos en vista ecuatorial; no se han observado en vista polar; $P \approx 28$ μm ; $E \approx 17$ μm ; exina de alrededor de 2,5 μm de espesor; sexina varias veces más gruesa que la nexina; téctum completo; infratéctum columelado; presencia de crestas; superficie con espinas situadas sobre las crestas de unas 5 μm de longitud, alternando con las crestas aparecen espinas o gemas de unas 1,8 μm de longitud.

Este tipo de polen se ha encontrado únicamente representado en la mina de Sampson, no habiéndolo podido relacionar con ningún género en particular.

Clase Liliatae

Subclase Alismatidae

Orden Najadales

Familia Potamogetonaceae Dumortier, 1829

Los primeros restos fósiles asignables a esta familia son frutos de sedimentos

paleocenos (CRONQUIST, 1981). Este mismo autor expone que el género *Potamogeton* L., se encuentra representado en el Oligoceno de Inglaterra y la URSS a partir de restos foliares, palinomorfos, frutos y semillas. MULLER (1981), no comparte esta tesis con respecto al polen, expresando que los restos polínicos más antiguos atribuibles a esta familia son los del Mioceno Superior de España (Venta del Moro), Francia y Alemania.

Esta familia en la actualidad se encuentra integrada por un sólo género, *Potamogeton*, y unas 100 especies de distribución cosmopolita (CRONQUIST, 1981).

En el Mioceno Superior de la Cerdaña se han hallado tanto restos foliares como palinomorfos.

MICRORRESTOS

Potamogeton sp.

(Lám. XXV, figs. 6 y 7)

Palinomorfos asignables a este género se han detectado de forma puntual o apreciable en todos los afloramientos de la Cerdaña salvo en Oliá. Posiblemente estemos agrupando granos de polen asignables a especies diferentes, ya que hemos encontrado algunos de más de 30 µm de diámetro, con lúmenes muy desarrollados, y otros de tamaño mucho menor con lúmenes de menos de un micrómetro de luz.

Casi todos los representantes actuales del género *Potamogeton* presentan una polinización de tipo anemófilo, salvo en el caso del subgénero *Coleogeton* (REICHENB.) RAUNK que la presenta hidrófila (HEYWOOD, 1985).

Descripción del material

Granos inaperturados; apolares; radialmente simétricos; esféricos o elípticos; diámetro=37-23,5 µm; exina de unas 1,5 µm de espesor; sexina=nexina; téctum parcial; infratéctum columelado; superficie reticulada con muros estrechos y lúmenes de 0,5-1,5 µm, con forma irregular.

Observaciones

La escasa representación que ostenta este género en algunos afloramientos seguramente es debida a la fragilidad de sus granos, que no resisten bien el proceso de fosilización, al presentar la exina muy reducida.

MACRORRESTOS

Potamogeton orbiculare Rérolle, 1884-1885

(Fig. 63; Lám. XXVI, figs. 1 y 2)

- * 1884-1885 - *Potamogeton orbiculare*, RÉROLLE, págs. 185-187, lám. III, fig. 7.
- 1945 - *Potamogeton orbiculare*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 344.
- 1950 - *Potamogeton orbiculare*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 160.
- 1951 - *Potamogeton orbiculare*, BATALLER, pág. 139.
- 1955 - *Potamogeton orbiculare*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 53-54, lám. XIX, fig. 1.
- 1977 - *Potamogeton orbiculare*, SANZ DE SIRIA, pág. 26.
- 1980 - *Potamogeton orbiculare*, SANZ DE SIRIA, pág. 8, lám. I, fig. 3a.
- 1981 - *Potamogeton orbiculare*, ÁLVAREZ RAMIS, págs. 556, 558.
- 1981a - *Potamogeton orbiculare*, ÁLVAREZ RAMIS & FERNÁNDEZ MARRÓN, pág. 88, lám. I, fig. 10.
- 1981 - *Potamogeton orbiculare*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSÉ, págs. 33, 35.

Material

Se han estudiado 16 ejemplares como impresiones de hojas en buen estado de conservación, procedentes del barranco de Salanca, Coll de Saig, Pedrá y camino al Serrat de Nas:

CA-8965, MGBV-9505, MGBV-11729, MGM-52M, MGM-1051M, MGM-1052M, MGSB-21775, MGSB-31216, MGSB-40448_{1,3}, MNCNV-350, MNCNV-4738, MNCNV-4739, MNCNV-4740, MNCNV-4741.

Diagnosis original (RÉROLLE, 1884-1885)

P. caule geniculato flexuoso, stipulis lanceolatis, foliis late ovato-rotundatis, margine integerrimis, nervis lateralibus utroque latere circiter 8-10, convergentibus, alternatim validioribus tenuioribusque, nervulis transversis rate subtile plerumque rectangulum efformantibus.

Descripción del material

Restos foliares peciolados; longitud del peciolo; 1,14-0,2 cm; limbos de orbiculares a elípticos; longitud del limbo; 9,16-2,6 cm; anchura del limbo: 3,9-2,4 cm; distancia de la zona de máxima anchura a la base: 3,58-1,1 cm; ápice obtuso, en algunas ocasiones, mucronado; base de cuneada a decurrente; margen liso, irregularmente ondulado; nerviación arqueado-estriada; nervios primarios laterales que aparecen alternos u opuestos; a lo largo del nervio primario medio y en toda su longitud, se desarrollan 4-5 pares de nervios secundarios de forma curvipalmada, fusionándose en el ápice del limbo; curso de los nervios secundarios uniformemente curvado; ángulo de divergencia menor de 45°; nerviación terciaria percurrente que se desarrolla de forma perpendicular al nervio medio; nerviación de rango inferior

reticulada ortogonalmente formando areolas poligonales perfectamente desarrolladas.

Observaciones

RÉROLLE (1884-1885), relacionaba esta especie con las actuales, *P. perfoliatus* L., *P. plantagineus* DuRoi. y *P. lucens* L. Tras comparar con material de herbario

pensamos que también podría relacionarse con *P. natans* L. Estas cuatro especies están incluidas en la Sección *Potamogeton* del Subgénero *Potamogeton*. Pensamos que *P. orbiculare* debería considerarse integrante de esta Sección, pero no podemos relacionarlo en concreto con ninguna de sus especies hasta que se hallen inflorescencias o frutos. Éstos, si se encontraran bien conservados, serían decisivos para relacionar taxonómicamente la especie ceretana con las actuales.

En el Pannoniense de Chiuzbaia (Rumanía), GIVULESCU (1990), señaló la presencia de un resto foliar semejante a algunos de nuestros especímenes, que determinó como *Potamogeton* cf. *natans*.

Distribución estratigráfica y geográfica

-**Vallesiense.** Seo de Urgell, Lérida, España (SANZ DE SIRIA, 1977); la Cerdaña, Lérida, España (RÉROLLE, 1884-1885).

Subclase Arecidae

Orden Arecales

Familia Arecaceae C. H. Schultz-Schultzenstein, 1832

Los primeros registros de esta familia datan del Santoniense de la Formación Margoth, en donde se han colectado restos foliares (*Sabal margothiensis* Berry) y troncos

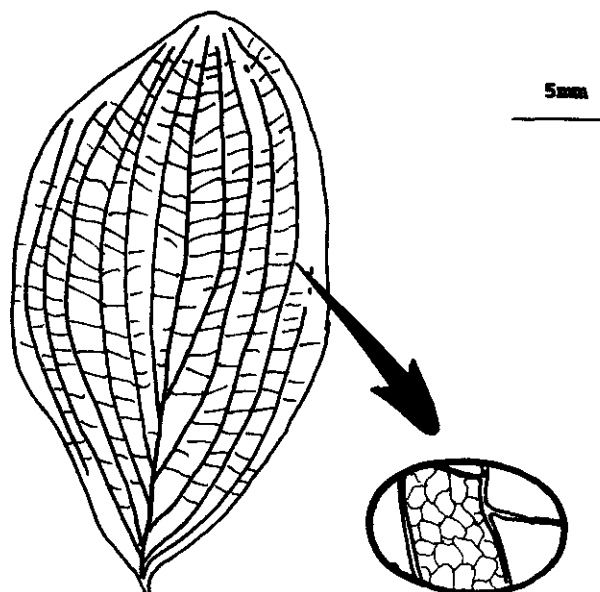


Fig. 63. *Potamogeton orbiculare* MNCNV-4740

(*Palmoxylon diffwoodensis* Berry) (DAGHLIAN, 1981). Palinomorfos se han encontrado en el Santoniense de Borneo (DAGHLIAN, 1981), y en el Maastrichtiense de Senegal, Camerún, India, Borneo, Venezuela, Colombia y Brasil (MULLER, 1981). Todos ellos son relacionables con el tipo *Nypa* Steck.

La familia Arecaceae está integrada hoy en día por unos 110 géneros y alrededor de 1.800 especies, la mayoría de ellas de distribución tropical y subtropical (CRONQUIST, 1981).

En los sedimentos del Mioceno Superior de la Cerdaña se han registrado granos de polen y, de forma excepcional, un resto foliar.

MICRORRESTOS

Arecaceae

Palinomorfos asignables a esta familia aparecen por primera vez en la Cerdaña de forma puntual en los afloramientos del barranco de Salanca, torrente de Vilella, Prats, torrente de la Bavosa, camino al Serrat de Nas, vertedero de Sampsor, y en las minas de Sanavastre y Sampsor. Se han encontrado tres tipos polínicos que podrían ser relacionados con varios géneros, pero se han considerado en los contajes todos en conjunto. Las palmáceas presentan una polinización anemógama de sus granos de polen.

Descripción del material

a) tipo 1 (Lám. XXVI, fig. 9): granos 1-anasulcados; heteropolares; radialmente simétricos; esféricos; diámetro≈28-21,8 µm; sulco elíptico y corto de 10-7 µm de longitud; exina con 3-2 µm; sexina≈nexina; téctum perforado; infratéctum columelado; superficie microrreticulada y con espinas; espinas de unas 6 µm de longitud ensanchadas en su parte basal.

Este tipo se ha encontrado en los afloramientos de Prats, barranco de Salanca, torrente de Vilella y camino al Serrat de Nas. Posiblemente pueda ser relacionado con el género *Nypa*, ya que presenta similitudes con los figurados por THANIKAIMONI (1986), aunque los granos estudiados por nosotros presentan los sulcos menos desarrollados.

b) tipo 2 (Lám. XXVI, fig. 4): Granos 1-anasulcados; heteropolares; con simetría bilateral; elípticos en vista polar distal; no se han observado en vista ecuatorial; E_1 ≈32-29 µm;

$E_2 \approx 19 \mu\text{m}$; sulco estrecho recorriendo todo el polo; exina de 2-1,5 μm de espesor; sexina unas dos veces más gruesa que la nexina; tectum perforado; infratectum columelado; superficie reticulada; lúmenes de aproximadamente 0,9 μm .

Este tipo de polen ha sido hallado únicamente en el barranco de Salanca, no pudiéndose relacionar con ningún género en concreto.

c) tipo 3 (Lám. XXVI, figs. 3 y 6): granos 1-anasulcados; heteropolares; con simetría bilateral; de esféricos a elípticos; diámetro: 23-20 μm ; sulcos estrechos; exina de aproximadamente 1 μm de espesor; sexina=nexina; tectum perforado; infratectum columelado; superficie reticulada; lúmenes del retículode alrededor de 1 μm de luz, siendo más estrechos cerca del sulco. Estos granos a menudo se encuentran fisurados quedando abiertos por la mitad.

Este tipo de polen ha sido detectado en el afloramiento del vertedero de Sampsor y en la mina de Sampsor; siendo comparable con las especies parataxónicas: *Sabalpollenites papilosus* (Mürr. et Pf.) Nagy, descrita en el Egeriense y Eggenburiense de Hungría (NAGY, 1985); y *Monocolpopollenites granulatis* Kds., descrita por KEDVES & BOHONY (1966) en los sedimentos eocenos de Bajót (Hungría).

MACRORRESTOS

Arecaceae

(Lám. XXVI, fig. 2)

Material

Se ha estudiado un sólo ejemplar colectado en forma de impresión foliar en el afloramiento de Coll de Saig: CJK-011.

Descripción del material

Se trata de un fragmento foliar muy deteriorado, de aproximadamente 16 cm de longitud y 10-12 cm de anchura, en donde se observa un nervio de 16 cm de longitud y 0,4 cm de anchura recorrido por estriaciones paralelas entre sí; de éste salen nervios de orden inferior, también paralelos entre ellos, con un ángulo de divergencia de unos 45°; éstos se curvan orientándose hacia la zona apical.

Observaciones

A causa de su pésimo estado de preservación no podemos relacionar este resto foliar con ningún género de palmera en concreto, por esta razón lo nominamos a nivel de familia.

Esta es la primera vez que se describe un resto foliar de Arecaceae en el Mioceno Superior de la Cerdaña.

Subclase Commelinidae

Orden Cyperales

Familia Cyperaceae A. L. de Jussieu, 1789

Los primeros restos asignables a ciperáceas son frutos hallados en el Eoceno y Oligoceno de Inglaterra (DAGHLIAN, 1981). Palinomorfos se han encontrado en el Eoceno Medio del Norte de centro Europa, siendo comparables con el tipo *Carex* L. (MULLER, 1981). No obstante, estudios coevolutivos sobre hongos y cyperáceas parecen indicar que estas últimas debieron originarse tan pronto como las gramíneas, es decir hacia el Cretácico Superior (SAVILE, 1990).

Esta familia en la actualidad está integrada por alrededor de 70 géneros y unas 4.000 especies de distribución cosmopolita (CRONQUIST, 1985).

En los sedimentos del Mioceno Superior de la Cerdaña se han encontrado únicamente palinomorfos.

MICRORRESTOS

Cyperaceae

(Lám. XXVI, fig. 10)

Palinomorfos atribuibles a esta familia se han detectado de forma puntual en los afloramientos del barranco de Salanca, torrente de Vilella, torrente de la Bavosa, Prats, camino al serrat de Nas, Can Vilella y en las minas de Sanavastre y Sampsor. Como algunos de los géneros de esta familia presentan granos de polen como los que se van a describir a continuación, hemos creído oportuno estudiarlos todos conjuntamente como Cyperaceae.

Descripción del material

Granos anaporozonocolpados; heteropolares; radialmente simétricos; de piriformes a triangulares en vista ecuatorial; no se han observado en vista polar; P=44,5-31 µm; E=35-32

µm; presentan un poro en la cara distal de unas 6 µm de luz; aberturas de tipo colpo unas veces en la zona más próxima al polo proximal, y otros en la parte media entre el polo proximal y el distal, siendo paralelos al polo distal; colpos con anchura aproximada de 1,5-6 µm, y longitud de 25,4-16 µm; exina de ≈3 µm de espesor; sexina=nexina; téctum completo; infratéctum columelado; superficie granulada y escábrida.

Observaciones

Algunos de los granos estudiados pudieran ser asignados a la especie parataxónica *Cyperaceapollis neogenicus* N. Kr., hallado en el Mioceno Inferior de Alemania, y en el Badeniense inferior de Hungría (NAGY, 1985). Las cyperáceas presentan una dispersión anemófila del polen.

Familia Poaceae Barnhart, 1895

RAVEN & AXELROD (1974), expresaron que los primeros granos de polen asignables a esta familia no se encuentran hasta el Maastrichtiense del Oeste de África, no siendo frecuentes en el registro fósil hasta el Eoceno inferior. Por su parte, MULLER (1981), dice que no existen estudios utilizando microscopía electrónica de los palinomorfos cretácicos, por lo que los primeros restos polínicos fiables proceden del Paleoceno de Brasil, Nigeria (*Monoporites annulatus* Pares Regali, Uesunigui & Santos) y Australia (*Graminidites* sp.).

Se han encontrado espigas de gramíneas en el Paleoceno/Eoceno de la Formación Wilcox del Oeste de Tennessee (CREPET & FELDMAN, 1991). En estas espigas estos últimos autores consideran que la presencia de caracteres modernos nos indica un origen preterciario de las poáceas.

Esta familia en la actualidad presenta unos 500 géneros y alrededor de 8.000 especies de distribución cosmopolita (CRONQUIST, 1981). Algunos autores como HEYWOOD (1985), opinan que el diagnóstico de esta familia es suficientemente consistente frente a Cyperaceae, como para constituir él sólo el orden Poales.

En el Mioceno Superior de la Cerdaña se han encontrado tanto restos macroscópicos como palinomorfos.

MICRORRESTOS

Poaceae

(Lám. XXVI, figs. 8 y 12)

Se incluye un conjunto de granos de polen que seguramente debieron pertenecer a varios taxones, pero que no es posible su diferenciación, ya que las gramíneas presentan morfologías polínicas semejantes. Se han detectado palinomorfos asignables a la familia Poaceae en mayor o menor número en todos los afloramientos de la Cerdaña.

Descripción del material

Granos 1-anapórados; heteropolares; radialmente simétricos; de circulares a elípticos; diámetro: 55-19 μm ; poros con 5-1,8 μm de luz, con contorno circular o elíptico; presencia de anillo de 3,5-1,8 μm ; exina de 1,5-0,9 μm de espesor; la exina aumenta de grosor, hasta 4,5 μm , alrededor del poro formando un anillo; sexina > nexina; téctum completo; infratécum columelado; superficie psilada o ligeramente granulada.

Observaciones

La presencia de este tipo de palinomorfo en gran cantidad en algunos de los afloramientos estudiados se debe seguramente a su carácter anemófilo.

Parte de los granos estudiados deben compararse con la especie parataxónica *Graminidites media* (Cookson) R. Pot., la cual ha sido hallada en el Egeriense, Ottnangiense, Karpatiense, Badeniense y Pannoniense de Hungría (NAGY, 1985).

MACRORRESTOS

Poaceae

(Fig. 64; Lám. XXVI, figs. 7 y 11; Lám. XXVII, fig. 1)

1955 - *Poacites* sp., MENÉNDEZ AMOR, pág. 58, lám. XVIII, fig. 2.

Material

Se han estudiado tres ejemplares procedentes de los afloramientos de Coll de Saig y Riu de Santa María, hallados como impresiones y compresiones de hojas con la cutícula preservada. El estado de conservación de estos ejemplares es muy bueno: MNCNV-295, MNCNV-4732, MNCNV-4737.

Descripción del material

Hojas alargadas; longitud: 8-3,5 cm; anchura media: 0,6-0,4 cm: ápice agudo; base cuneada; margen liso; nerviación estriada longitudinalmente; presencia de una zona media donde se destaca un nervio central; en algunos ejemplares parece que en la hoja existen dos nervios medios paralelos entre sí (Fig. 64); nervios de segundo orden recorren paralelos el limbo de la hoja.

Únicamente se ha obtenido la cutícula correspondiente a un haz (Lám. XXVII, fig. 1), con las siguientes características: células epidérmicas alargadas, estrechas y paralelas entre sí, siguiendo el eje longitudinal de las hojas; longitud aproximada de las células: 71-47 μm ; anchura: 19-14,4 μm ; los extremos de las células son redondeados, o forman tabiques que presentan una orientación de 45° respecto al eje longitudinal de las células; pared celular de unas 2 μm de espesor; presencia de punteaduras.

Observaciones

Este tipo de resto foliar es típico de las gramíneas de biótipo fanerófito o caméfito integradas en los géneros: *Bambusa* Schreb., *Pleioblastus* Nakai, *Phyllostachys* Sieb. & Zucc. y *Sinarundinaria* Nakai.

Poaceae

(Fig. 65; Lám. XXVII, figs. 2 y 4)

○

1955 - *Rhizocaulon* sp., MENÉNDEZ AMOR, págs. 56-57, lám. XVIII, fig. 4.

Material

Se han colectado dos únicas impresiones de inflorescencias en buen estado de conservación en los afloramientos de Beders y Coll de Saig: MNCNV-291 y UCM-BED-016.

Descripción del material

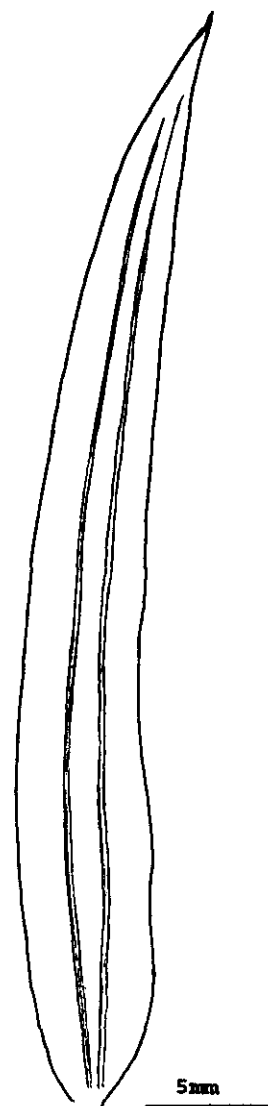
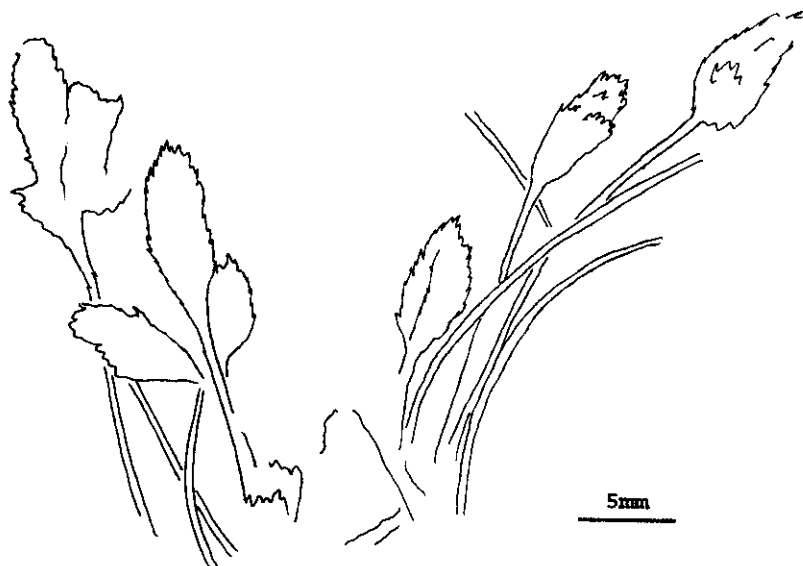


Fig. 64. Poaceae MNCNV-4732

Conjunto de espigas de 0,8-0,7 x 0,3-0,2 cm; sin brácteas; al presentarse como impresiones no se observa en ellas ninguna estructura, aunque el margen de éstas impresiones no es liso, lo que nos indica la presencia de estructuras florales. Espigas pedunculadas,



pedúnculos de aproximadamente 2 x 0,03 cm; en el ejemplar de Beders con apariencia estriada. Este último ejemplar presenta las espigas reunidas en una especie de tallo de 6,5 x 0,4 cm que se adelgaza algo en su ápice, estando rematado por una coma de espigas.

Fig. 65. Poaceae UCM-Bed 026

Observaciones

La ausencia de detalles preservados en los ejemplares estudiados nos impide asignar éstos a uno u otro género. Sin embargo, por la disposición de las espigas, el ejemplar de Beders recuerda a la especie actual *Melica uniflora* Retz.

Orden Typhales

Familias Sparganiaceae Rudolphi, 1830 y Thyphaceae A. L. de Jussieu, 1789

Estas dos familias son estenopalinas, por lo que se tratan juntas en este apartado.

Los primeros restos asignables a éstas se remontan al Paleoceno de la Formación Fort Union, Norteamérica (DAGHLIAN, 1981). MULLER (1981), expresó que los primeros palinomorfos hallados deben ser relacionados con el tipo *Sparganium* L. DAGHLIAN (1981), aunque señaló la dificultad que existe de distinguir los palinomorfos de estas dos familias, expresó que quizás Sparganiaceae presente un registro ligeramente más antiguo que

Typhaceae, al haberse encontrado frutos de esparganiáceas en el Eoceno de Wyoming y en el Paleoceno superior y el Eoceno inferior del Norte de Dakota.

La familia Sparganiaceae en la actualidad se encuentra integrada por un sólo género (*Sparganium*) y alrededor de 13 especies que habitan principalmente en las regiones templadas del Hemisferio Norte, aunque se extienden por el Hemisferio Sur en Australia y Nueva Zelanda (CONQUIST, 1981).

La familia Typhaceae presenta hoy en día un sólo género (*Typha* L.) y unas 10 especies de distribución cosmopolita (CRONQUIST, 1981).

En los sedimentos miocenos de la Cerdaña hemos encontrado tanto restos foliares como granos de polen relacionables con estas dos familias.

MICRORRESTOS

Typha sp.

(Lám. XXVII, fig. 3)

Ha sido encontrado por primera vez en todos los afloramientos de la Cerdaña salvo en los de San Salvador, carretera de Bellver de Cerdanya a Pi, Olia y camino al Serrat de Nas, siendo asignable al tipo *Typha latifolia* L., descrito por PUNT (1975).

Descripción del material

Granos en tétrades; 1-anaporados; heteropolares; radialmente simétricos; diámetro: 30-25,45 μm ; poros circulares de unas 3,6 μm de luz; exina de aproximadamente 1,36 μm ; sexina=ñexina; téctum parcial; infratéctum columelado; superficie reticulada con lúmenes de alrededor de 1 μm .

Sparganiaceae-Typhaceae

(Lám. XXVII, figs. 5 y 6; Lám. XXVIII, figs. 1 y 2)

En este grupo hemos reunido granos que pudieran ser asignados tanto a tifáceas como a esparganiáceas, ya que estas dos familias son estenopalinas, y a no ser que los palinomorfos se encuentren agrupados en tétrades, es casi imposible relacionarlos con uno u otro taxón.

Descripción del material

Granos 1-anaporados; isopolares; radialmente simétricos; circulares o elípticos;

diámetro: 43,2-19 µm; poros circulares de aproximadamente 3 µm de luz, al M. E. B. se observa que los poros presentan una membrana apertural granulada (Lám. XXVIII, fig. 2); exina de 1,8-1,36 µm de espesor; sexina=nexina; téctum parcial; infratéctum columelado; superficie reticulada con lúmenes desde 3 µm hasta menos de 1 µm; al M. E. B. se observa que la superficie de los pólenes se encuentra ligeramente granulada (Lám. XXVIII, figs 1 y 2).

Observaciones

Parte de los palinomorfos estudiados son referibles a la especie parataxónica *Sparganiaceapollenites polygonalis* Thierg., que ha sido citado en el Egeriense, Karpatense, Badeniense y Pannoniense de Hungría por NAGY (1985). Los palinomorfos procedentes de la mina de Sanavastre estudiados al M.E.B. (Lám. XXVIII, figs. 1 y 2), deben ser referidos al tipo *Sparganium erectum* L., propuesto por PUNT (1975).

MACRORRESTOS

Typha latissima Alex Braun, 1851 in Heer, 1855

(Fig. 66; Lám. XXVII, fig. 9)

- * 1855 - *Typha latissima*, HEER, págs. 98-99, lám. XLIII-XLIV.
- 1867 - *Typha latissima*, SAPORTA, pág. 56.
- 1863 - *Typha latissima*, SAPORTA, pág. 18.
- 1867 - *Typha latissima*, STUR, pág. 143
- 1892 - *Typha latissima*, ETTINGSHAUSEN, págs. 76-77, lám. I, figs. 95-96.
- 1894 - *Typha latissima*, ALMERA, pág. 322.
- 1855 - *Typha latissima*, HEER, págs. 98-99, tafs. XLIII-XLIV.
- 1945 - *Typha latissima*, VILLALTA & CRUSAFONT, págs. 344, 347.
- 1950 - *Typha latissima*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 160, 164.
- 1951 - *Typha latissima*, BATALLER, pág. 139.
- 1955 - *Typha latissima*, MENÉNDEZ AMOR, págs. 58-59, lám. XIX, fig. 3.
- 1971 - *Typha latissima*, FERNÁNDEZ MARRÓN, págs. 32-34, lám. II, fig. 1.
- 1977 - *Typha latissima*, SANZ DE SIRIA, pág. 26.
- 1980 - *Typha latissima*, SANZ DE SIRIA, pag. 46, lám. ? fig. 2.
- 1980 - *Typha latissima*, SANZ DE SIRIA, pag. 9, lám. I, fig. 6a.
- 1980 - *Typha latissima*, VIGÓN, pág. 27, lám. 3, fig. 14, 14a, 14b.
- 1981 - *Typha latissima*, ÁLVAREZ RAMIS, págs. 556, 558.
- 1981 - *Typha latissima*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSÉ, págs. 33, 36.
- 1981 - *Typha* sp., SANZ DE SIRIA, pág. 5.
- 1984-1984 - *Typha latissima*, SANZ DE SIRIA, pág. 163.
- 1988 - *Sparganium strictum*, VICENTE I CASTELLS, pág. 24, lám. 1, fig. 12.
- 1988 - *Typha latissima*, VICENTE I CASTELLS, págs. 24-25, lám. I, fig. 13, lám. VII, fig. 2.

Material

Se han estudiado 29 fragmentos de restos foliares en forma de impresiones y compresiones sin trazas cuticulares, no siendo muy bueno su estado de conservación. Éste tipo

de resto se ha colectado en todos los afloramientos de macroflora de la Cerdaña:

MGBG-A-8, MGBG-A-148, MGBG-A-168, MGBG-A-187, MGBG-A-216, MGSB-31328_{1,2}, MGSB-45473, MGSB-48115, MGSB-48116, MNCNV-138, MNCNV-730, MNCNV-836, MNCNV-845, MNCNV-924, MNCNV-3581, MNCNV-3604, MNCNV-3610, MNCNV-3634, MNCNV-4719, MNCNV-4722, MNCNV-4723, MNCNV-4724, MNCNV-4725, MNCNV-4726, MNCNV-4728, MNCNV-4729, MNCNV-4736, MNCNV-4883.

Diagnosis original (HEER, 1855)

T. foliis longissimis, 6-13 lin. latis, nervis longitudinalibus fortioribus plerumque 14-18, septis transversis conjunctis, nervis interstitialibus 4-6 subtilibus; stipite cylindrico, nervis aequalibus, valde approximatis.

Descripción del material

Fragmentos de hojas acintadas con nerviación estriada longitudinalmente; longitud máxima preservada $\approx 9,16$ cm; anchura media $\approx 2,14$ cm; margen liso; no existe nervio medio, presentándose un conjunto de nervios muy patentes (1º orden); entre cada par de nervios de primer orden se desarrollan 4-6 nervios de menor rango (2º orden); presencia de nervios del mismo grosor que los de primer orden perpendiculares al resto de la nerviación, distribuidos irregularmente a lo largo de la hoja uniendo parejas de nervios de primer orden entre sí.

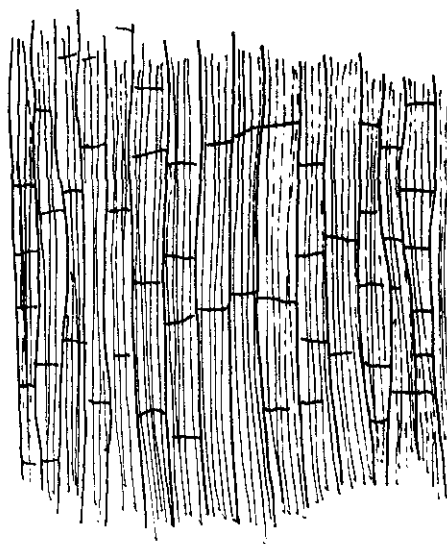


Fig. 66. *Typha latissima* (reconstrucción)

Observaciones

En esta paraespecie se han incluidos todos los restos foliares terciarios con las características descritas, seguramente pertenecientes a distintas especies de espadañas terciarias. En los afloramientos ceretanos se han hallado palinomorfos relacionables con la especie actual *T. latifolia*, posiblemente estos restos foliares pudieran asignarse a la planta que producía estos granos de polen.

Distribución estratigráfica y geográfica

- Luteciense.** Menat, Auvergne, Francia (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1971).
- Sanosiense.** Sant Pere dels Arquells, Cervera, España (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1971).
- Chatiense.** Monod y Hohe rhonen, Zurich, Suiza (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1971).
- Estampiense.** Gargas, Basses Alpes, Francia (SAPORTA, 1863).
- Oligoceno superior.** Sluknov, Checoslovaquia (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1971).
- Mioceno Inferior.** Häring, Tirol, Austria (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1971).
- Aquitaniense.** Bois d'Asson, Manosque, Francia (SAPORTA, 1867); Radoboj, Croacia, Yugoslavia; St. Gallen y Paudeux, Suiza; Ribesalbes, Castellón, España (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1971).
- Burdigaliense.** Bilin, Bohemia, Checoslovaquia; Mallorca, España (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1971); Martorell, Barcelona, España (SANZ DE SIRIA, 1981).
- Serravaliense.** Sant Sadurni D'Anoia, Barcelona, España (SANZ DE SIRIA, 1983-1984).
- Mioceno Medio.** Thalheim, Transilvania, Rumanía (STUR, 1867); Ruppen, Suiza (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1971).
- Sarmatiense.** Oehningen, Suiza (HEER, 1855).
- Vallesiense.** Seo de Urgell, Lérida, España (SANZ DE SIRIA, 1980); la Cerdanya, Lérida, España (VILLALTA & CRUSAFONT, 1945).
- Tortoniense.** Montjuïc, Barcelona (VICENTE I CASTELLS, 1988).
- Messiniense.** Castellbisbal, Barcelona, España (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1971).
- Mioceno Superior.** Wies, Austria (ETTINGSHAUSEN, 1892).
- Plaisanciense.** Tortosa, Tarragona, España; Papiol, Barcelona, España (MENÉNDEZ AMOR, 1950).

Commelinidae indet.

1955 - *Cyperites* sp., MENÉNDEZ AMOR, pág. 57, lám. XVIII, fig. 1.

Material

Se han estudiado 41 impresiones de fragmentos foliares en mal estado de conservación, procedentes de los afloramientos del barranco de Salanca, torrente de Vilella y Coll de Saig:

MGBG-A-190, MGBV-9702, MGBV-9876, MGSB-40428_{1,4}, MGSB-48172, MNCNV-268, MNCNV-691, MNCNV-794, MNCNV-820, MNCNV-821, MNCNV-3582, MNCNV-3600a, MNCNV-3600b, MNCNV-3605, MNCNV-3630, MNCNV-3631, MNCNV-3644, MNCNV-4391, MNCNV-4395, MNCNV-4718, MNCNV-4720, MNCNV-4721, MNCNV-4730, MNCNV-4731, MNCNV-4733, MNCNV-4734, MNCNV-4735, MNCNV-4742, MNCNV-4884, MNCNV-4885, UCM-BLL-001, UCM-BII-003, UCM-CBLL-11, UCM-CCS-59, UCM-CTV-25, UCM-CTV-31, UCM-CTV-39, UCM-CTV-43.

Descripción del material

Restos foliares incompletos; longitud conservada $\approx 8,6$ cm; anchura media $\approx 0,7$ cm; acintados; margen liso; nerviación longitudinalmente estriada; nervios de 1^{er} orden en número variable; presencia de unos 10 nervios de 2^o orden por cada par de nervios de 1^{er} orden.

Observaciones

Incluimos en este grupo un conjunto de fragmentos de restos foliares, que dadas sus características morfológicas podrían haber formado parte de plantas de las familias: Poaceae, Cyperaceae, Sparganiaceae y Juncaceae. No podemos llegar a asignarlos a ninguna de éstas familias ya que no presentan la cutícula preservada.

Subclase Lilidae

Orden Liliales

Familia Liliaceae A. L. de Jussieu, 1789

Sus primeros registros se remontan al Eoceno superior de Nueva Zelanda, en donde se han hallado palinomorfos asignables al tipo *Astelia* Banks & Soland (MULLER, 1981). Leños han sido colectados en el Noroeste de Nevada, identificándose con el género parataxónico *Protoyucca* Tidwell & Parker (TAYLOR & TAYLOR, 1993).

Esta familia se encuentra actualmente integrada por unos 280 géneros y alrededor de 4.000 especies de distribución cosmopolita (CRONQUIST, 1981).

En el Mioceno Superior de la Cerdaña se han encontrado palinomorfos y restos macroscópicos.

MICRORRESTOS

Liliaceae

Granos de polen asignables a esta familia han aparecido de forma puntual en los afloramientos de la Cerdaña (por primera vez), debido, seguramente, a su dispersión de tipo

entomófilo.

Hemos encontrado en los afloramientos de la Cerdaña dos tipo polínicos que no han podido ser relacionados con ningún género en concreto:

Descripción del material

a) tipo 1 (Lám. XXVII, fig. 7): granos 1-anasulcados; heteropolares; con simetría bilateral; elípticos en vista polar distal; no se han observado en vista ecuatorial; $E_1=42,7-33 \mu\text{m}$; $E_2=29-25,4 \mu\text{m}$; sulco estrecho de aproximadamente $2-1 \mu\text{m}$, a veces se continúa por el polo proximal, encontrándose más ensanchado en sus extremos; exina de alrededor de $2-1,5 \mu\text{m}$; sexina=nexina; téctum completo; infratéctum columelado; superficie de escábrida a ligeramente estriada, en algunos ejemplares con perforaciones.

Este tipo de palinomorfos se han hallado en todos los afloramientos de la Cerdaña menos en el de Coll de Saig y Oliá.

b) tipo 2 (Lám. XXVII, fig. 8): granos 1-anasulcados; heteropolares; con simetría bilateral; elípticos en vista polar distal; $E_1=48,5-45 \mu\text{m}$; $E_2=34,4-23 \mu\text{m}$; sulco ancho, aproximadamente de $4-2 \mu\text{m}$, ensanchado en sus extremos, no se continúa por el polo proximal; exina de $3-2 \mu\text{m}$ de espesor; en algunos ejemplares, formación de un reborde de exina alrededor del sulco; sexina=nexina; téctum parcial; infratéctum columelado; superficie escábrida con verrugas.

Este tipo de polen se ha encontrado de una forma puntual en los afloramientos del barranco de Salanca, torrente de Vilella, camino de Balltarga a Bor, Can Vilella y en las minas de Sanavastre y Sampsor.

MACRORRESTOS

Smilax hastata (Brongniart) Saporta, 1865

(Fig. 67; Lám. XXVIII, fig. 3)

- 1828 - *Smilacites hastata*, BRONGNIART, págs. 45-46, lám. III, fig. 8.
- * 1865 - *Smilax hastata*, SAPORTA, pág. 68.
- 1870-1872 - *Smilax hastata*, SCHIMPER, pág. 431.
- 1908 - *Smilax mauritanica*, LAURENT, pág. 30-33, lám. IV, fig. 5.
- 1922 - *Smilax aspera* L. var. *mauritanica*, DEPAPE, págs. 126-127, lám. II, fig. 6.
- 1945 - *Smilax* cf. *obtusangula*, VILLALTA & CRUSAFONT, pág. 344, 347.
- 1950 - *Smilax* cf. *obtusangula*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 160.
- 1951 - *Smilax* cf. *obtusangula*, BATALLER, pág. 139.
- 1953 - *Smilax aspera*, ARAMBOURG et al., págs. 9-13, lám. I, fig. 1.

- 1955 - *Smilax* cf. *obtusangula*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 55.
 1958 - *Smilax* cf. *obtusangula*, MENÉNDEZ AMOR, pág. 137.
 1959 - *Smilax praeaspera*, ANDREÁNSZKY, pág. 183, fig. 236, lám. LVIII, fig. 5.
 1969 - *Smilax hastata*, KNOBLOCH, pág. 34, fig. 63-64.
 1981 - *Smilax obtusangula*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 556.
 1981 - *Smilax* cf. *baltica*, ÁLVAREZ RAMIS, pág. 556.
 1981 - *Smilax obtusangula*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, págs. 33, 36.
 1981 - *Smilax* cf. *baltica*, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE, pág. 33.
 1988 - *Smilax hastata*, PAMALAREV, pág. 100.

Material

Se ha estudiado un único resto foliar en muy buen estado de conservación correspondiente a una compresión sin cutícula preservada colectada en el afloramiento del torrente de Vilella: CMLL-053.

Diagnosis original (SAPORTA, 1865)

S. foliis hastato-cordatis, auriculis patentissimis, acuminatis, integerrimis, 5-nerviis, nervo medio recto, secundariis basi et apice curvatis vix validiore, nervis tertiariis in reticulum conjunctis.

Descripción del material

Resto foliar roto por el ápice, sin peciolo conservado; forma lanceolada; longitud conservada: 3,1 cm; anchura máxima del limbo: 1,6 cm; distancia de la zona de máxima anchura a la base: 0.15 cm; ápice falta por rotura; base sagitada; margen liso; nerviación arqueado-estriada; 5 nervios primarios que nacen en la base de la hoja, siendo el del medio más robusto que los demás; presencia de nervios secundarios que unen nervios de primer orden, naciendo con un ángulo de divergencia de 45-90°; no se observa nerviación terciaria.

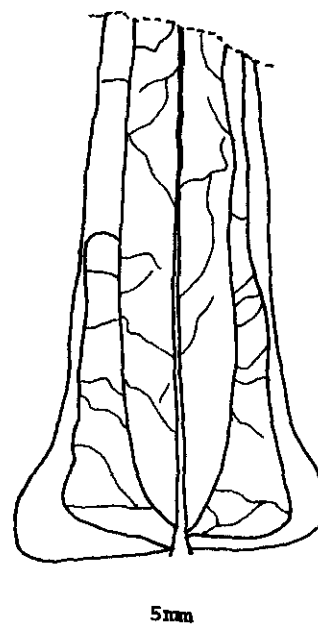


Fig. 67. *Smilax hastata* CMLL-053

Observaciones

Los restos foliares asignables al género *Smilax* L., aparecen de forma muy ocasional en los afloramientos de la Cerdaña. Los primeros en citar el género en esta región fueron VILLALTA & CRUSAFONT (1945), quienes hicieron referencia a un resto foliar de una colección privada que determinaron como *Smilax* cf. *obtusangula* Heer. Esta especie fue descrita en el Sarmatiense de Oehningen y posiblemente sea sinónima de la que nos ocupa.

La hoja estudiada es idéntica a algunas de la especie actual *Smilax aspera* L., siendo muy parecida a las hojas del Aquitaniense de Armissant figuradas por BRONGNIART (1828). Pensamos, pues, que el resto estudiado debe ser asignado a la especie *S. hastata* y que ésta podría ser el antepasado de *S. aspera*.

Esta es la primera cita de *S. hastata* en el Vallesiense de la Cerdaña y en el conjunto del Terciario español.

Distribución estratigráfica y geográfica

- Aquitaniense.** Armissant, Aude, Francia (SAPORTA, 1865).
- Burdigaliense-Helvetiense.** Znojmo, Checoslovaquia (KNOBLOCH, 1969).
- Helveciense.** Rött, Bonn, Alemania (SCHIMPER, 1870-1872).
- Sarmatiense.** Buják, Hungría (ANDREÁNSZKY, 1959).
- Vallesiense.** La Cerdaña, Lérida, España.
- Plaisanciense.** Niac, Cantal, Francia (LAURENT, 1908); Saint Marcel, Ardèche, Francia (DEPAPE, 1922).
- Astiense.** Vacquières, Gard, Francia (DEPAPE, 1922).
- Villafranquiense.** Maison Carrée, Argelia (ARAMBOURG et al., 1953).

4. CONSIDERACIONES BIOESTRATIGRÁFICAS

4.1. Introducción

Después del estudio taxonómico realizado hemos tratado de sintetizar los datos proporcionados por el análisis de la distribución estratigráfica de los taxones determinados, tanto en el caso de los macrorrestos como en el de los microrrestos. Como resultado hemos obtenido que la amplia distribución que presentan las especies vegetales durante el Neógeno no nos permite considerar estos taxones como buenos marcadores bioestratigráficos; aunque, como veremos más adelante, se han intentado realizar en Europa escalas bioestratigráficas basándose en *palinomorfos*.

En este apartado se pretende resumir de forma complementaria la información bioestratigráfica que aportan los diferentes taxones estudiados. Dicha información se ha obtenido fundamentalmente a partir del estudio bibliográfico, y, como se verá a continuación, nos conduce a conclusiones contradictorias si se consideran los macro y microrrestos separadamente. A pesar de nuestro esfuerzo no hemos conseguido calibrar estos resultados ya que para ello se necesitaría un estudio más profundo de los diferentes afloramientos de flora fósil de Europa, lo que no constituye un objetivo de esta Tesis Doctoral.

Además, existe otro problema añadido que es la carencia de zonaciones bioestratigráficas en el Tethys a partir de fósiles vegetales, más concretamente de *palinomorfos*. Éstas sí se han intentado realizar en el Paratethys, pero parecen de difícil correlación con las establecidas en el Tethys. Por esta razón, en esta memoria se utilizan nombres de pisos diferentes cuando se consideran los macrorrestos y los microrrestos.

Como los datos resumidos no nos permiten tampoco realizar una calibración, que también excedería los objetivos de esta memoria, en este capítulo únicamente nos limitamos a exponer los datos obtenidos sin poder aportar conclusiones adicionales más definitivas.

4.2. Macroflora

RÉROLLE (1884-1885), después de comparar la macroflora recolectada por él con la procedente de otros yacimientos del Neógeno de Europa, en concreto con los de Senigalia (Italia), concluyó que ésta correspondía al Mio-Plioceno, y, más específicamente, al Messiniense. Disentimos de la datación realizada por el autor anterior ya que el Messiniense es un piso marino que se caracteriza por un conjunto de fósiles, también marinos, entre los que se encuentran foraminíferos y ciertos tipos de invertebrados. La Cerdaña es un cuenca exclusivamente continental, por lo que debe ser comparada con una escala correspondiente

a este ambiente.

ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE-POSSE (1981), señalan que la presencia de *Hipparion catalaunicum* en la Cerdaña, corrobora la edad ya indicada en base a los restos vegetales, que debería estimarse entre el Sarmatiense superior y el Pontiense, en su tránsito al Plioceno (correspondiente al Vallesiense-Turolense en el área del Tethys). Las autoras citadas parecen corroborar la escasa validez que tienen los restos vegetales como marcadores bioestratigráficos, ya que en su opinión la flora de la Cerdaña podría encontrarse englobada dentro de un intervalo que iría desde el Mioceno Medio hasta el Plioceno. Sin embargo, utilizan pisos del Paratethys (Sarmatiense y Pontiense) de difícil correlación con los del Neógeno del área mediterránea occidental. A pesar de esto, debemos comentar que la datación realizada a partir de macrovertebrados, en este caso *Hipparion*, nos parece digna de analizar, ya que estos fósiles se han utilizado con frecuencia como marcadores bioestratigráficos.

ROIIRON (1984), basándose en la bibliografía de RÉROLLE (1884-1885) y MENÉNDEZ AMOR (1955), consideró la macroflora de la Cerdaña como perteneciente al Mioceno Superior sin realizar una mayor precisión.

En la Fig. 68 se han resumido las distribuciones estratigráficas atribuidas en la bibliografía a las diferentes especies a las que hemos asignado los macrorrestos descritos en el apartado anterior. Entre ellas existen taxones como *Alnus occidentalis* y *Potamogeton orbiculare* que únicamente se han registrado en la zona de estudio y en el área de la Seo de Urgel, que es una cuenca vecina a la considerada que presenta asociaciones de macroflora de una edad similar (SANZ DE SIRIA, 1980b); la nueva especie *Daphnogene eugeniae*, porque se describe por primera vez en este trabajo, tampoco se ha considerado en el cuadro; así como las especies dudosas como *Daphnoge* sp. y *Laurophyllum* sp.

Del análisis de las distribuciones estratigráficas de las distintas especies observamos que un buen número de las determinadas presentan una amplia distribución a través del Neógeno como: *Osmunda parrishiana*, *Glyptostrobus europaeus*, *Persea princeps*, *Zelkova zelkovaefolia*, *Myrica lignitum*, *Fagus pristina*, *Quercus mediterranea*, *Carpinus grandis*, *Carpinus neilreichii*, *Populus tremulaefolia*, *Acer integerrimum* y *Typha latissima*.

Algunas de las especies descritas, como *Myrica marginalis*, *Betula insignis* y *Acer subcampestre*, aparecen por primera vez en el Mioceno Inferior, no se tiene registro de ellas durante el Mioceno Medio, y vuelven a citarse en el Mioceno Superior. Esto podría ser debido a determinaciones taxonómicas erróneas, o a que existieron plantas con dos

[illegible]

Fig. 68: Distribución estratigráfica de las especies inferidas a partir de macrorrestos.

morfologías foliares idénticas en períodos distintos, como consecuencia de una convergencia adaptativa.

Por último, debemos señalar que un grupo de especies con una distribución más restringida en el Mioceno Superior y Plioceno, como *Fagus gussonii*, *Quercus hispanica*, *Tilia vidali*, *Salix lavateri*, *Trapa ceretana*, *Buxus pliocenica*, *Acer pyrenaicum* y *Fraxinus numana*, son las que presentan una mayor utilidad en la datación.

En resumen parece que la macroflora indica una edad vallesiense, que está limitada por los primeros registros de *Buxus pliocenica* y *Quercus hispanica* y la desaparición de *Protea lingulata*, lo que parece concordar con lo expresado por diversos autores a partir de restos de macrovertebrados. El análisis de la distribución de los diferentes taxones, nos podría aproximar hacia la mitad del Vallesiense, aunque no se puede asegurar que se trate del final del Vallesiense inferior o del episodio inicial del Vallesiense superior. También hemos de destacar que varias de las especies determinadas en esta memoria han sido citadas en localidades del E de Europa como pertenecientes a diferentes pisos del Paratethys, de difícil correlación con los marinos y continentales al uso en nuestros terrenos terciarios.

4.3. Microrrestos

Los palinomorfos son empleados de una forma usual en la literatura científica, para definir zonas y subzonas en materiales mesozoicos y paleozoicos; sin embargo su utilidad en el Neógeno está todavía por valorar desde un punto de vista estratigráfico.

En 1967, BRELIE subdividió el período comprendido entre el Chatiense y el Plioceno en 7 zonas palinológicas. Sin embargo, esta subdivisión presenta problemas ya que de forma errónea ubica a las Asteraceae solamente en el Aquitaniense y a *Tsuga* en el Plioceno, taxones que poseen una amplia distribución a lo largo del Neógeno.

Más adelante, también a partir de palinomorfos, BENDA (1971), estableció una zonación en Turquía, desde el Oligoceno tardío hasta el Plioceno más temprano, definiendo 6 asociaciones. Esta zonación se basó en extinciones sucesivas de elementos exóticos y en un progresivo incremento de los taxones modernos (herbáceos, principalmente). El autor citado, en trabajos posteriores (BENDA & MEULENKAMP, 1972, 1990; BENDA et al., 1974; BENDA et al., 1982a; BENDA et al., 1982b), estableció una correlación entre las asociaciones polínicas turcas y las del Mediterráneo Oriental e Italia y utilizó, en todos los casos, una nomenclatura parataxónica al referirse a los distintos tipos de palinomorfos que

encontró.

SUC (1987), criticó la metodología usada por el autor mencionado exponiendo que cuando se determina el contenido polínico de una preparación, no se pueden identificar los granos más que hasta nivel genérico, debido a su alta variabilidad morfológica y a la posible existencia de especies extintas.

Este autor opinaba que, en lugar de usar sucesivas extinciones de taxones vegetales inferidos a partir de palinomorfos, la biocronoestratigrafía del Neógeno se debería deducir a partir de datos paleoclimáticos deducidos del análisis polínico de un conjunto de afloramientos. Esto fue aplicado por este autor en 1980 para el Plioceno y Pleistoceno del Oeste de Europa, obteniendo resultados óptimos. SUC (1987), opinaba que en el Mioceno Superior los estudios de este tipo que se realizaron eran todavía fragmentarios y en parte contradictorios, por lo que aún no era posible proponer una zonación climatostratigráfica a partir de polen procedente de las regiones anteriormente citadas.

El equipo de BENDA hizo una propuesta de correlación entre el E del Mediterráneo y el Mioceno de la Cerdaña (BALTUILLE *et al.*, 1992). Así, tras el análisis de algunos puntos, mencionaban en la "mina de lignitos de Santa Eugenia" una asociación "Akça" que podría corresponderse con las del Plioceno Superior-Pleistoceno de Turquía (BENDA, 1971); y en la de Sanavastre dos "Kizilhisar", asociaciones parecidas a las que se desarrollaron del Tortoniense basal hasta el Plioceno inferior de Turquía (BENDA, 1971).

Nosotros pensamos, del mismo modo que SUC (1987), que este tipo de correlaciones son discutibles desde un punto de vista taxonómico y paleobiogeográfico.

Por ejemplo: BENDA & MEULENKAMP (1990), exponen que lo más característico de una asociación "Kizilhisar", es el predominio de *Pinus* tipo *haploxylon* sobre el tipo de *P. sylvestris*. Lo opuesto sería típico de una asociación "Akça". Sin embargo, estos autores no tienen en cuenta la existencia en Europa de otros taxones como *Cathaya* que presenta polen con morfología semejante a la del *P. haploxylon*. El género *Cathaya* no sólo pobló Europa, sino que estuvo distribuido por Asia Menor como indica HOROWITZ (1992); luego parece que el grupo *P. haploxylon* que BENDA (1971) consideraba debiera ser revisado.

Desde un punto de vista paleobiogeográfico hay que tener en cuenta que muchas especies vegetales tuvieron un área de distribución geográfica más o menos amplia. BENDA (1971), expuso que el género *Tetracolporopollenites*, relacionable con la familia Sapotaceae, se distribuyó en Turquía durante el Oligoceno superior llegando con duda al Aquitaniense.

Este taxón entre otros, indicaría que nos hallamos ante la presencia de una asociación "Tokça". A diferencia de Turquía, en Europa Occidental la presencia de granos de polen de Sapotaceae es un hecho desde el Paleógeno hasta el Plioceno (SUC, 1980; BESSEDIK, 1985). Quizás la falta de registro de Sapotaceae en el E del Mediterráneo durante el Neógeno pudiera ser debida a un problema de extinción regional. Por todo ello, pensamos que no se pueden extrapolar los datos de la cuenca de Turquía a las de Europa Occidental.

Como conclusión, consideramos que el tipo de datación climatostratigráfica defendida por SUC (1987), se ajusta más con la realidad.

BESSEDIK (1985), considerando los datos polínicos obtenidos en las minas de Sanavastre y Sampsor, sitúa a la Cerdaña en el Tortoniense medio-superior, entre las zonaciones N16 y N17 de BLOWN (1969) y en la parte media-basal de la zona NN11 de MARTINI (1971). A diferencia de Bessedik, SUC (1989), sitúa la Cerdaña a partir de los datos anteriores en el Tortoniense inferior. Como en el caso de los macrorrestos, disentimos de la datación, ya que el Tortoniense es un piso marino, siendo la Cerdaña una cuenca continental.

Por otra parte, hemos confeccionado una tabla de distribución de los biocronos (Fig. 69) de los palinomorfos descritos que parecen presentar algún valor bioestratigráfico. Previamente a su explicación, hemos de resaltar las razones aducidas anteriormente con respecto a la falta de correlación de escalas bioestratigráficas entre el Tethys y el Paratethys. La distribución de las especies indicada en la tabla (Fig. ??) tiene un valor meramente indicativo, ya que seguramente las especies mencionadas poseen problemas de índole paleobiogeográfico y además en el O de Europa sus rangos estratigráficos podrían ser diferentes.

En principio podemos observar especies con una distribución muy amplia durante el Neógeno, como: *Osmundacidites primarius*, *O. quintus*, *Polypodisporites favus*, *Sciadopityspollenites serratus*, *Sequoiapollenites polyformosus*, *Taxodiaceapollenites hiatus*, *Pinuspollenites labdacus*, *P. latisaccatus*, *Engelhardtoides microcoryphaeus*, *Tricolpopollenites microhenrici*, *Alnipollenites verus*, *Betullaepollenites betuloides*, *Triporopollenites coryloides*, *Carpinites carpinoides*, *Cyrillaceapollenites exactus*, *C. megaexactus*, *Sapotaceoidae sapotoides*, *Sporotraidites illigensis* y *Tricolpopollenites spinus*.

Ciertas especies parecen extinguirse en el E de Europa durante el Pannoniense como: *Abiespollenites maximus*, *Piceapollenites alatus*, *Piceapollenites neogenicus*,

Nymphaeaceapollenites minor, *Liquidambarpollenites orientaliformis*, *Celtipollenites komloënsis*, *Zelkovaepollenites potonie*, *Caryapollenites simplex*, *Juglanspollenites masulosus*, *Platycaryapollenites miocaenicus*, *Pterocaryapollenites stellatus*, *Faguspollenites gemmatus*, *Quercus* tipo *robur*, *Intratropopollenites cordataeformis*, *Sapotaceoidae sapotoides* *Aceripollenites reticulatus* y *Caprifoliipites sambucoides*.

Únicamente hemos detectado un taxón cuyo primer registro en Europa oriental se sitúa en el Pannoniense: *Persicarpollis franconius*. En Hungría, *Araliaceopollenites reticuloides* se presenta únicamente desde el Egeriense hasta el Eggeburgiense, seguramente debido a un problema de falta de registro, algo parecido le ocurre a *Cathayapollenites gaussenii*. De forma semejante, destacamos especies como *Abiespollenites maximus*, *Liquidambarpollenites orientaliformis*, *Juglanspollenites masulosus* y *J. verus*, que poseen una amplia distribución pero presentan un registro discontinuo.

Como conclusión, el contenido palinológico parece indicar que los sedimentos lacustres de la Cerdaña deberían considerarse como pertenecientes al Mioceno Medio/Superior y, más concretamente, si tenemos en cuenta la distribución de los palinomorfos del E de Europa con las palinofloras del Sarmatiense superior y quizás con las del Pannoniense.

Esta datación es solamente indicativa, ya que con los pisos del Paratethys, no se conoce una correlación fiable con los del Tethys. Además, en algunos afloramientos como en la mina de Sanavastre, si consideramos de forma aislada sus niveles, parece que no presentan una edad sucesiva, luego esta datación únicamente se puede considerar válida en localidades en donde existe tanto macro como microflora, lo que parece indicar que la mitad del Vallesiense en el Tethys podría corresponder según nuestros datos con un Sarmatiense superior en el Paratethys. Esto es contradictorio al atribuirse el Vallesiense al Mioceno Superior del Tethys y el Sarmatiense al Mioceno Medio del Paratethys. Sin embargo, como hemos expresado al principio del apartado los objetivos de esta Tesis Doctoral no era un objetivo principal lograr la correlación entre los pisos reconocidos en el Tethys y en el Paratethys.

Excepcionalmente debemos mencionar el afloramiento de Can Vilella datado a partir de micromamíferos por AGUSTÍ & ROCA (1987) como Turolense, el cual parece pertenecer a la misma edad geológica que el resto de los afloramientos estudiados si nos atenemos al contenido palinológico.

5. TAFONOMÍA

5.1- Introducción

La Tafonomía es una rama científica de la Paleontología cuyo objetivo es averiguar cómo se ha producido y qué modificaciones ha experimentado el registro fósil (FERNÁNDEZ LÓPEZ, 1991b). En las últimas décadas, los estudios sobre tafonomía de vegetales han aumentado considerablemente (BURNHAM, 1989; FERGUSON, 1985, 1993; GREENWOOD, 1991; SPICER, 1981, 1991). Pese a ello, el conocimiento actual presenta muchas lagunas respecto a las propiedades de los restos de plantas afectadas, así como en lo referente a los procesos involucrados en la conservación de asociaciones de restos vegetales. Usualmente los trabajos de tafonomía de restos vegetales siguen un sistema conceptual tradicional (modelo de filtro según LÓPEZ-MARTÍNEZ & TRUYOLS-SANTONJA, 1994) en lugar del planteamiento sistemista y evolucionista propuesto por FERNÁNDEZ LÓPEZ (1991a). Es muy difícil poder establecer una relación entre estos dos modelos debido, por una parte, a la nomenclatura utilizada, y por otra, a su diferente contenido filosófico. Por estas razones, en el texto se consideran las citas de los autores de ambas corrientes en primer lugar por respeto a su trabajo, y en segundo por la dificultad de correspondencia ya manifestada.

En esta memoria se intentan describir los procesos tafonómicos que sufrieron los restos vegetales que se encuentran en los sedimentos miocenos de la Cerdaña. Estos restos son: palinomorfos (polen y esporas), hojas y, en menor proporción, frutos y flores.

Los palinomorfos se conservan de una forma duripártica. Los fósiles de conservación duripártica fueron descritos por SCHOPF (1975), como "fragmentos orgánicos que resistirán los efectos de un lugar de deposición oxigenado", pero entre estos no consideró a los palinomorfos que según él deberían estimárseles como compresiones carbonificadas. Más adelante, SPICER (1991) opinó que la conservación de los palinomorfos es duripártica si se entiende ésta como: "la preservación de los componentes de las plantas en un estado esencialmente inalterado". Nosotros estamos de acuerdo con SPICER (1991), ya que los palinomorfos estudiados presentan una degradación del componente citoplasmático y la desaparición de la intina (parte celulósica de la pared), pero no de la exina, cuya composición química ha sufrido muy poca alteración. Esto se puede comprobar al observar su color, como se comentará más tarde

Los restos macroscópicos estudiados se han conservado en forma de compresiones e impresiones. Como se explicará en capítulos posteriores, se han colectado mayoritariamente compresiones en todos los afloramientos menos en el de Coll de Saig.

Una compresión se forma cuando el material vegetal original ha sido comprimido hasta quedar reducido a una película de carbón (SPICER, 1991). Un caso particular de compresión es la que conserva restos cuticulares. La cutícula de los vegetales presenta una composición química compleja, por esta razón el autor anteriormente mencionado, del mismo modo que los palinomorfos, considera que la cutícula tiene una conservación duripártica. El hallazgo de una compresión con cutícula no es habitual en las distintas localidades estudiadas, posiblemente porque sufren durante los procesos diagenéticos oxidaciones que las destruyen.

Cuando la película de carbón ha desaparecido y, por supuesto, no hay cutícula conservada, quedando impreso en los sedimentos una réplica de lo que fue el resto vegetal, a ésta se le denomina impresión. Como se explicará en el apartado correspondiente, las impresiones son los elementos más abundantes en la localidad de Coll de Saig.

El conjunto de los fósiles estudiados se pueden considerar excepcionales desde el punto de vista de su conservación, ya que en ellos se pueden observar todos sus detalles morfológicos y, en algunas ocasiones, estudiar desde un punto de vista anatómico. En 1994, LÓPEZ-MARTÍNEZ & TRUYOLS-SANTONJA califican a la localidad de "Bellver", como afloramiento paleontológico con fósiles de conservación excepcional, *Konservat-Lagerstätten*, según la nomenclatura de SEILACHER (1990). Por nuestra parte creemos, por lo dicho anteriormente, que con este término se deben calificar las localidades fosilíferas estudiadas de la cuenca de la Cerdaña.

Como se expone en el apartado de Geología, la Cerdaña es una antigua cuenca lacustre. En ésta se han hallado restos vegetales en diferentes litofacies, y en distintas localidades que corresponden fundamentalmente a zonas profundas del lago y a abanicos aluviales. En ellas, los parámetros hidrológicos y la tasa de sedimentación son diferentes, por lo que los restos que se encuentran en cada una tuvieron diferentes procesos tafonómicos, que se tratarán de describir en los siguientes apartados.

5.2- Esquema de la fosilización de un conjunto de restos vegetales en un medio acuático

Cuando en un ecosistema se producen restos vegetales y estos caen al suelo, primero hay una pérdida de compuestos solubles en agua por lixiviación (Fig.-text.5), incluidos entre estos azúcares, aminoácidos, sales minerales y ciertos polímeros. Luego tiene lugar una degradación a causa de la acción de las bacterias, hongos e invertebrados. Como resultado se

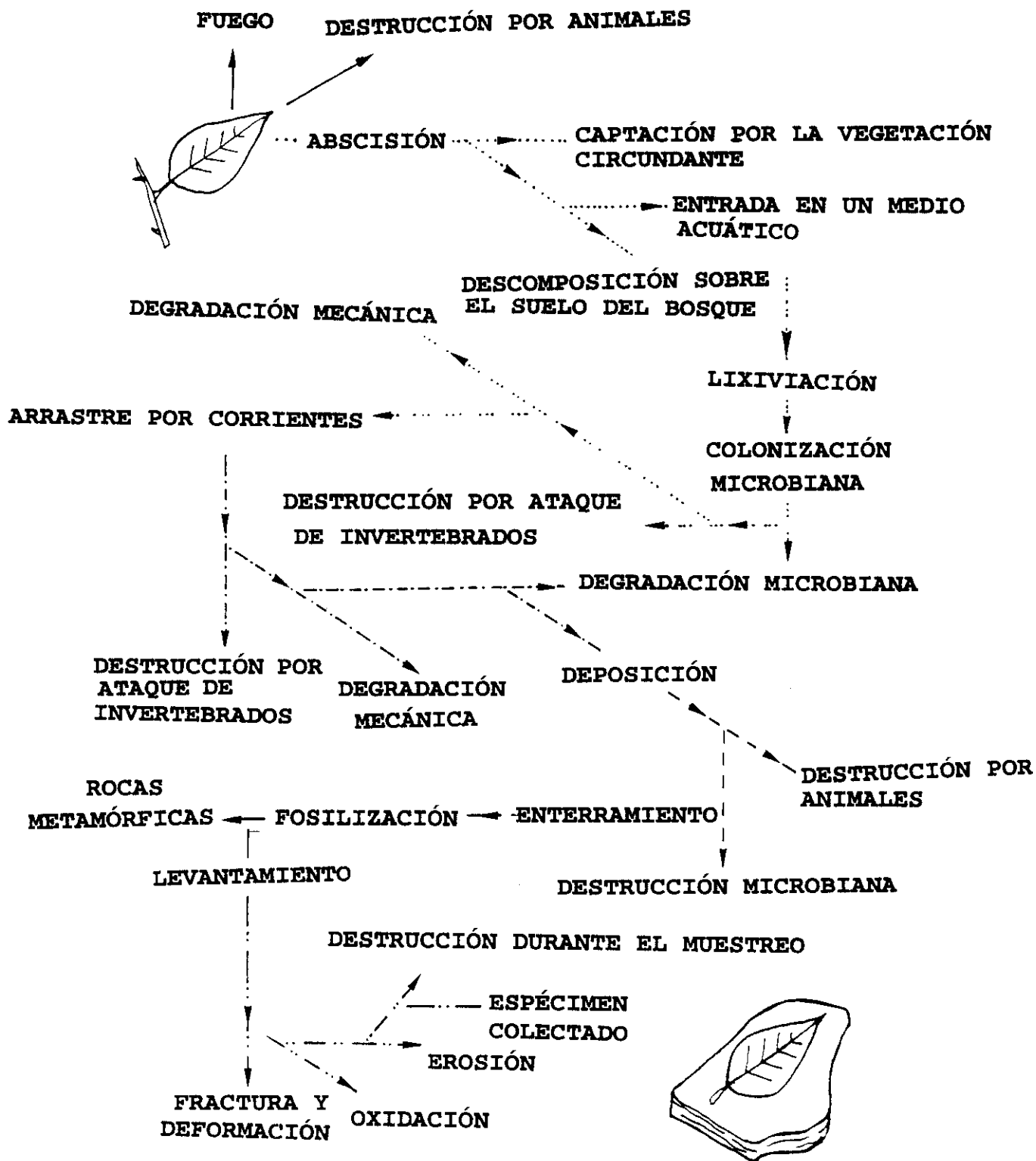


Fig. 70. Posibles vías de destrucción o fosilización de un resto vegetal según THOMAS & SPICER (1987).

produce por una parte CO_2 , NO_3^- , $\text{PO}_3^{=}$, NH_4^+ y SO_4^- (mineralización primaria) y por otra humus. Las sustancias húmicas se forman por condensaciones y polimerizaciones de unidades estructurales de las plantas, sobre todo a partir de elementos de la pared celular como las ligninas, celulosas, ceras, resinas y algunas proteínas. Este humus entra a formar parte del complejo de intercambio del suelo y se puede degradar también, a más largo plazo, mediante una mineralización secundaria en la cual se producen los mismos elementos ya mencionados en la primaria. Alrededor de una quinta parte del humus formado en cada depósito anual de materia vegetal se conserva en el suelo (DUCHAUFOR, 1984).

El proceso anterior se puede repetir cuando los restos vegetales caen en un medio acuático. Pero sus reacciones químicas se pueden modificar o incluso anular, según las condiciones físico-químicas del medio acuático en cuestión. Así, nos encontramos que en ciertos medios acuáticos, a consecuencia de que en el agua hay un porcentaje menor de oxígeno que en la atmósfera, los microorganismos descomponedores aerobios tienen mayor dificultad en actuar.

Además, el porcentaje de oxígeno también disminuye con la profundidad de las aguas, de manera que en el fondo hay muy poco oxígeno disponible y no se pueden llevar a efecto los procesos aerobios. En este caso, la descomposición se lleva a cabo por los microorganismos anaerobios.

Si este medio acuático presenta cierta energía, las sustancias resultantes de la biodegradación anaerobia no se acumulan y los restos vegetales se desintegran totalmente.

La biodegradación tanto aerobia como anaerobia comienza cuando los restos vegetales se encuentran flotando en la masa de agua, continuándose posteriormente cuando se depositan en el sedimento.

La descomposición anaerobia se desarrolla de una forma distinta según se descende en profundidad en una hipotética columna (ALLISON, 1988). Según este autor, la reducción de compuestos con nitrógeno y la génesis del metano, son las reacciones dominantes en un medio dulceacuícola.

La degradación anaerobia conduce a la producción de ácidos húmicos y sus derivados coloidales. Como estos son de naturaleza ácida, una alta acumulación baja el pH de las aguas creando un medio ácido. Si el medio es tranquilo, estas sustancias se acumulan en el lugar de su producción. Usualmente se pensaba que esto era suficiente para que la descomposición se detuviera y se depositaran en el fondo una mayor cantidad de restos vegetales. Sin

embargo, ALLISON (1988) postula que la anoxia y la producción de sustancias iónicas activas hacen que se formen precipitados de minerales propios de una diagénesis temprana sobre los restos y así se detenga totalmente la degradación de estos.

Generalmente, el enterramiento sucede a continuación del depósito. En algunas ocasiones, los restos vegetales quedarán mejor conservados cuanto más rápido sea este proceso. El tipo y carácter de la conservación vendrá condicionado por la composición de su materia orgánica así como de la matriz sedimentaria que los contenga. Posteriormente, estos restos pueden sufrir diferentes procesos en la fase fosildiagenética.

5.3- Problemática

Usualmente, cuando se estudia una asociación de restos fósiles de plantas, su composición no refleja la comunidad vegetal tal y como era en el pasado, ya que por lo general varios de los taxones que las componen no se encuentran fosilizados. Además, es habitual que durante el proceso de depósito se incorporen elementos ajenos a la primitiva comunidad vegetal, lo que dificulta su interpretación.

De forma excepcional, en algunas localidades se han hallado plantas completas, aunque el encontrarlas en este estado no quiere decir que podamos llegar a reconstruir la paleocomunidad que integraban.

Las plantas presentan procesos de abscisión a lo largo de su existencia, ya que se encuentran compuestas por un indeterminado número de órganos que caen al medio. Con posterioridad, los órganos abscisos pueden sufrir distintos tipos de desmembraciones. Según KRASILOV (1975), las plantas pueden desarticularse de forma traumática, a causa de lluvias, vientos, enfermedades o ataque de animales fitófagos y hongos; y/o de forma fisiológica o funcional. En este último grupo debemos destacar:

- a) muda de órganos fotosintéticos, fundamentalmente hojas.
- b) separación de órganos relacionados con la reproducción (palinomorfos, esporangios, semillas, frutos, etc...).
- c) abscisión de órganos que han cumplido su finalidad, por ejemplo, la corola después de la polinización de la flor.
- d) abscisión de órganos que no han cumplido su función, por ejemplo, flores no fecundadas.

Por consiguiente, lo normal es que en un afloramiento encontremos un conjunto de

restos correspondientes a órganos o partes y/o fragmentos de estos.

Una asociación de plantas fósiles es "una acumulación de partes de plantas derivadas de uno o varios individuos, que son enterradas dentro de un volumen de sedimento establecido esencialmente bajo las mismas condiciones" (SPICER, 1989b, 1991).

Según BURNHAM (1989), el estudio de una asociación de vegetales fósiles nos lleva a invocar los siguientes puntos: 1) los taxones que vivieron en zonas ripícolas se encuentran sobrerrepresentados en las floras fósiles, es decir, se encuentran en un porcentaje mucho mayor en una asociación fósil si tenemos en cuenta lo que ocurre en la verdadera fitoasociación, en donde aparecen de forma más restringida ligados a un determinado hábitat, en este caso, riberas, 2) los procesos que operaron durante el transporte a largas distancias actúan fragmentando los restos vegetales impidiendo así su reconocimiento, dependiendo del tipo de resto vegetal (algunos órganos vegetales como las flores se fragmentan con facilidad) y del transporte (corrientes acuáticas de alta energía destruyen fácilmente restos vegetales tales como hojas de angiospermas), 3) los taxones más abundantes (en número de especímenes) derivan de plantas que crecieron cerca de los lugares de deposición, 4) los taxones más abundantes fueron dominantes numéricamente en la zona, y 5) diferencias florísticas y vegetacionales entre colecciones de plantas fósiles son debidas a diferencias climáticas o de edad. Pensamos que a estos cinco puntos habría que añadir un sexto punto, donde se explicaría que: el tipo de estructura y composición química de una planta o partes de ésta condiciona su mayor o menor conservación. Por ejemplo, las hojas coriáceas poseen mayor resistencia a la destrucción que las mesófilas, ya que las primeras se encuentran más lignificadas.

A causa de lo expuesto en los seis puntos anteriores, el registro fósil usualmente nos da un reflejo altamente distorsionado de la vegetación que existía en una zona determinada. Es decir, al realizar una reconstrucción paleoflorística debemos tener en cuenta los factores explicados en el párrafo anterior, ya que si no llegaremos a interpretaciones como las realizadas por OLSEN *et al.* (1978). Estos autores describieron cambios cíclicos en las comunidades vegetales lacustres del Triásico del Grupo Dan River (Norte de Carolina y Virginia), concluyendo que se debían a procesos ecológicos. Sin embargo, los restos vegetales que integran estas asociaciones presentan por lo general una gran diferencia en potencial de transporte, deposición y conservación. Análisis posteriores de los sedimentos triásicos de Dan River, indicaron diferentes procesos tafonómicos.

Aunque en los sedimentos lacustres del Mioceno Superior de la Cerdaña no se puede hablar de cambios cíclicos en sus asociaciones de fósiles vegetales, la diferencia de composición paleoflorística en algunos de sus afloramientos, como por ejemplo el torrente de Vilella, en donde abundan restos foliares de plantas ripícolas, y Beders, en donde no son frecuentes, podrían ser interpretadas como mayor desarrollo de un tipo de comunidades vegetales a lo largo del tiempo en detrimento de otras. Como explicaremos más adelante, nuestros estudios parecen indicar que la composición de las asociaciones registradas de estos dos afloramientos no está en relación con el desarrollo de distintas comunidades vegetales, sino con la distancia relativa a la orilla del lago.

La idea de fosilización más aceptada en la actualidad corresponde al modelo que puede ser llamado de modificación paleobiológica y destrucción selectiva. Según esta idea, la fosilización consiste en la transición desde el estado vivo al estado fósil, debido a la propia naturaleza de los organismos o a la intervención de algunos agentes que han actuado a modo de filtros sucesivos y han eliminado los restos menos resistentes o preservables (FERNÁNDEZ LÓPEZ, 1991a; LÓPEZ MARTÍNEZ & FERNÁNDEZ LÓPEZ, 1992). El punto de partida es una comunidad viviente que tras su muerte, muerte de algunos de sus individuos y/o producción de restos, sufre pérdida de información paleobiológica. Al conjunto de, en sentido amplio, organismos muertos y/o restos de ellos no enterrados se le denomina tanatocenosis (OCHEV, 1993). Esta tanatocenosis puede llegar a ser enterrada, con la consiguiente pérdida de información paleobiológica, formándose una tafocenosis. La tafocenosis, finalmente, se transforma en una orictocenosis, estando sujeta ésta a factores anatóxicos, como son la meteorización y la erosión, volviéndose a perder de nuevo información paleobiológica.

Siguiendo el esquema propuesto por FERNÁNDEZ LÓPEZ (1991a), desde un punto de vista sistemista y evolucionista, la fosilización es un proceso no paleobiológico que trae consigo una ganancia de información tafonómica. El registro fósil está constituido por entidades registradas, que constituyen las evidencias observables de entidades paleobiológicas y son el resultado de procesos de fosilización que han afectado a entidades previamente producidas y conservadas.

Resumiendo, como demostraremos más adelante, las asociaciones registradas que hemos estudiado han sufrido una pérdida de información que nos enmascara la verdadera composición y estructura de las comunidades vegetales que existieron en el Vallesiense

ceretano. Sin embargo, si tenemos en cuenta el segundo punto de vista, la ganancia de información tafonómica nos puede ayudar a conocer los mecanismos que sufrieron los restos vegetales desde que se produjeron hasta que llegaron a fosilizar, y tras obtener estos datos, poder inferir algunos resultados sobre las condiciones que reinaron en el pasado en la zona de estudio.

A continuación se analizan los mecanismos y los resultados de alteración tafonómica descritos en la bibliografía consultada y que han sido observados en los restos vegetales del Mioceno Superior de la depresión Ceretana.

5.4- Fase bioestratinómica

5.4.1- Biodegradación

Los restos vegetales son degradados de diferente manera dependiendo de su tipo y composición química. En este apartado vamos a tratar dos grupos: palinomorfos y restos foliares; suponemos que las semillas aladas, flores y frutos acuáticos encontrados sufrieron, dada su composición química, tipos de degradación similares a los de las hojas.

a) Palinomorfos: la composición de la esporodermis confiere una gran resistencia a las esporas y los granos de polen, que no obstante, pueden llegar a ser destruidos.

El polen es destructible siempre que esté sometido a la acción oxidante o microbiana (SALAS, 1987), esto ocurre tanto en suelos como en el medio acuático, existiendo una relación inversamente proporcional entre contenido de esporopoleninas, y degradación. Así, las esporas de lycopodiáceas y de varios pteridófitos, dada su alta cantidad de esporopolenina son más resistentes a la degradación que los granos de polen de gimnospermas y angiospermas (HAVINGA, 1967).

En primer lugar, tanto en un medio terrestre como acuático, los palinomorfos sufren una oxidación y, posteriormente, degradación microbiana (HAVINGA, 1964). En algunas ocasiones, pueden sufrir ataque microbiano antes que oxidación.

La oxidación puede tener varias causas, una de ellas es la composición química del palinomorfo en sí. Según HAVINGA (1967), el polen se "autooxida" bajo ciertas condiciones naturales, especialmente en suelos bien aireados, y, después, se destruye por el posterior ataque microbiano. Esta "autooxidación" es posible que se produzca a causa de la liberación

de distintos tipos de enzimas durante el proceso de descomposición del citoplasma del palinomorfo. Según el autor anteriormente mencionado, el ataque microbiano es una causa muy común de corrosión polínica y ocurre en un medio donde la presión de O₂ y los valores de pH son suficientemente altos. Los suelos fértiles con una alta actividad biológica forman un medio adverso para la conservación del polen. HAVINGA (1967), destacó la actividad del hongo *Chytridium* en la degradación de las esporodermis.

Muchos de los palinomorfos de la Cerdaña presentan roturas, deformaciones, desarticulaciones de algunas de sus estructuras, falta de ornamentación, etc...; que sugieren algún tipo de degradación. Desgraciadamente, no podemos saber si ésta se debió a un efecto conjunto de la oxidación y los microorganismos, a la diagénesis o a los procesos de obtención en el laboratorio. Sin embargo, es seguro que la mayor parte de los palinomorfos producidos en la Cerdaña no llegaron a fosilizar debido a los dos procesos de modificación mencionados por HAVINGA (1967).

b) Macrorrestos: el proceso de descomposición está muy estudiado en hojas actuales. En regiones templadas, como fue la Cerdaña durante el Vallesiense, la caída de la hoja se produjo en un período de alta humedad. Después de la abscisión y el depósito en el suelo, la condensación y el agua de lluvia actúan como un adhesivo, sujetando las hojas e impidiendo su transporte por el viento (FERGUSON, 1985). En primer lugar, habrá una pérdida de sustancias solubles en agua (SPICER, 1981), posteriormente, comenzará la descomposición por ataque de microorganismos e invertebrados, como distintos tipos de anélidos e insectos, que utilizarán, en un principio, los carbohidratos y las proteínas de las hojas. La extensión de la descomposición de los carbohidratos depende no sólo de la naturaleza de los organismos, sino también de la naturaleza de la hoja y del nitrógeno disponible (MELIN, 1930). Este autor expone que cuando el contenido en nitrógeno en una planta es de 1,7%, cubre perfectamente los requerimientos de los microorganismos, los cuales suelen descomponer el resto vegetal en cuatro semanas.

Sin embargo, hay que tener en consideración que los restos vegetales presentan sustancias como taninos y ligninas que resisten la descomposición y, así, retienen su individualidad durante un largo período de tiempo. También hay que reseñar que muchas plantas presentan sustancias fungicidas y antibióticas que impiden la colonización de éstas y retrasan así su descomposición. Hay que destacar asimismo el efecto de la cutícula, la cual

es más resistente a los ataques microbianos que las celulosas y ligninas.

La cutícula representa una barrera bastante impermeable a la colonización microbiana. En principio, la descomposición comienza en el interior de los tejidos. Las vías de entrada de los microorganismos son las aberturas estomáticas, la rotura del peciolo o las grietas o heridas causadas durante la caída y arrastre de la hoja o por la acción fitófaga de invertebrados, como por ejemplo caracoles y babosas. La degradación de la cutícula comienza posteriormente en la zona de contacto con las paredes celulares epidérmicas (DE VRIES *et al.*, 1967).

En medios acuáticos, los restos vegetales sufren en primer lugar una hidratación. Ésta puede ser más o menos rápida dependiendo de la estructura del resto en sí y de su composición química. Tras la hidratación, las plantas comienzan solubilizando azúcares, taninos y elementos como el potasio que se pierden en el agua por un simple proceso osmótico que lleva al resto vegetal a un equilibrio químico con agua. Posteriormente, es invadido por los organismos descomponedores.

Dentro de la masa de agua, la descomposición depende de la temperatura, pH y suministro de nutrientes. En el caso de las hojas, éstas contienen altos niveles relativos de minerales biológicamente importantes que son deficientes en el agua, por lo que serán selectivamente degradadas.

Según SPICER (1989b, 1991), en lagos oligotróficos, bajos en contenido orgánico, los microorganismos e invertebrados buscarán las hojas como fuente de alimento. Por esta razón, las especies con hojas ricas en nutrientes serán preferiblemente degradadas. A diferencia de esto, en sistemas eutróficos la disponibilidad general de alimentos llevaría a perder especies detritívoras especializadas en un tipo vegetal, por lo que existe una mayor probabilidad de que todos los taxones de la zona se encuentren conservados, si se producen las condiciones necesarias para la fosilización.

MARGALEF (1957), demostró tras el estudio de las diatomeas del lago mioceno de la Cerdaña que el lago fue alternativamente eutrófico y oligotrófico. Esto no puede ser confirmado a partir de las asociaciones de plantas existentes; aunque al haber momentos en los que el lago ceretano mantuvo una naturaleza oligotrófica, podemos suponer que los organismos detritívoros que en él vivieron buscaran en la hojarasca que caía al lago su principal fuente de alimento, según lo expresado por Spicer y comentado en el párrafo anterior. Es posible que en los afloramientos cuyas diatomeas indiquen un carácter

oligotrófico, las asociaciones de plantas se encuentren empobrecidas o sesgadas con respecto a algunos taxones. Sin embargo, hasta que no se realice un estudio en profundidad acerca de las diatomeas del lago, no podremos obtener resultados en esta línea.

NYKVIST (1959a, 1959b, 1961a, 1961b, 1962), estudió la degradación de hojas correspondientes a diferentes vegetales (pinos, robles, hayas, fresnos, etc...), llegando a la conclusión de que en todos ellos la descomposición siempre es mayor bajo condiciones aerobias que en condiciones anaerobias. También hay que tener en cuenta el grado de lignificación y sustancias tóxicas de las hojas de las distintas especies. Así, las hojas de *Fraxinus excelsior*, al poseer menos ligninas y taninos se degradan con mayor facilidad que las de *Fagus sylvatica* y *Quercus robur*.

Los representantes de la especie fósil *Fraxinus numana* presentaban una baja concentración de ligninas y taninos, lo que hizo que sus restos tuvieran una alta tasa de degradación y, consiguientemente, una baja durabilidad que se traduce en la escasez de restos foliares hallados en comparación con los de *Fagus* y *Quercus*. Sin embargo, las riberas de los medios acuáticos seguramente se encontraron pobladas por ejemplares de fresnos cuyas hojas tuvieron mayor probabilidad de entrar en el medio acuático que las de los otros dos géneros mencionados.

Las condiciones anaerobias y las temperaturas bajas influirían favorablemente en la conservación de los restos vegetales. Si bien los ambientes anaerobios pudieran haberse dado en el sistema lacustre de la Cerdaña, se puede afirmar que el segundo factor no afectó, al menos en gran medida, a los restos producidos.

5.4.2- Transporte y deposición

En el estudio tafonómico de una zona lacustre del Eoceno medio de la Columbia Británica (Canadá) (WILSON, 1980), se observó, entre otros resultados, un descenso del tamaño de los restos foliares, con respecto al alejamiento de las orillas y, a su vez, un aumento en la concentración de dicotiledóneas; por otro lado pudo comprobarse la presencia de una elevada cantidad de acículas de gimnospermas y ramas de taxodiáceas en las zonas de ribera. Esta distribución diferencial se atribuyó a un efecto de transporte selectivo. En un trabajo posterior, WILSON (1988a), volvió a poner de manifiesto la mayor concentración de restos vegetales que se producía de forma diferencial en zonas cercanas a las orillas.

Este mismo autor (1988b), explicó que el transporte es una fuente de pérdida

tafonómica. Nosotros no compartimos los planteamientos de Wilson no tanto en el concepto que expresaba como en la terminología, y, siguiendo lo expuesto anteriormente en el apartado de problemática, pensamos que el transporte es una fuente de pérdida de información paleobiológica, pero no tafonómica.

Los restos estudiados por nosotros han exhibido diferentes modalidades de transporte lateral que pasamos a analizar a continuación:

a) transporte aéreo: según FERGUSON (1993), el área en la que diferentes órganos pueden dispersarse a distancias más o menos grandes depende de: 1) la altura de la planta productora, 2) el número de partes de la planta disponibles para la diseminación, 3) la velocidad de transporte de cada parte de la planta, 4) las condiciones atmosféricas en el momento de la dehiscencia/abscisión, 5) el grado de exposición de la planta productora al medio, y 6) la naturaleza del terreno, destacándose la presencia de barreras como montañas y el desarrollo más o menos denso del dosel arbóreo.

a-1) palinomorfos: según su tipo de dispersión, los palinomorfos se pueden dividir fundamentalmente en tres grupos: anemófilos, si son diseminados por el viento, zoófilos, si lo son por animales, e hidrófilos, por corrientes de agua. Existen géneros que presentan flores que pueden ser polinizadas tanto por el viento como por animales, por ejemplo *Salix* que suele actuar como entomófilo pero que también presenta cierto grado de anemofilia.

Los granos anemófilos suelen ser psilados y tienen un tamaño medio entre 20 y 30 μm , exceptuando el polen bisacado de gimnospermas que posee de tamaño medio 50-150 μm y un peso aproximado de $30-300 \times 10^{-6}$ mgr. Los granos entomófilos tienen una talla media de 10-30 μm y su superficie es esculturada y ornamentada (KRASILOV, 1975).

Dependiendo del tipo de dispersión descrita, unos vegetales producirán mayor cantidad de palinomorfos que otros. Normalmente, las plantas zoófilas producen menor número que las anemófilas.

También hay que tener en cuenta que las especies arbóreas producen más polen que las herbáceas, con excepción de las de algunos taxones como *Secale* L. y *Calluna* Salisb. (KRASILOV, 1975) y que los granos de polen de las herbáceas tienen un área de dispersión menor. Así, desde un punto de vista estadístico, tendremos mayor probabilidad de encontrar

en un afloramiento de facies lacustre profunda palinomorfos correspondientes a taxones anemófilos que a entomófilos, y a taxones arbóreos que a herbáceos. Salvo excepciones que se comentarán posteriormente, esto se cumple en los afloramientos estudiados.

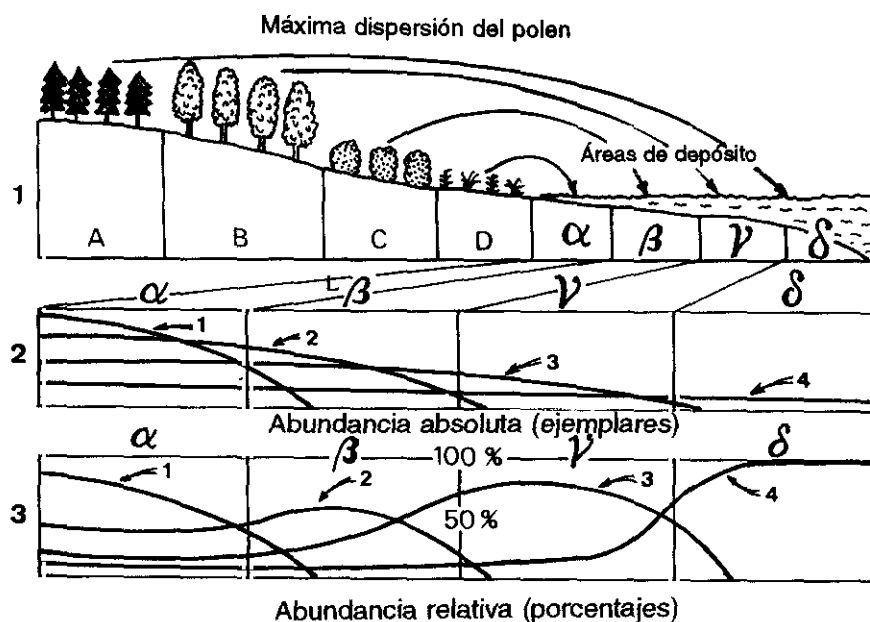


Fig.71. Efecto Neves (tomado de TRAVERSE, 1988): distribución hipotética de los palinomorfos producidos por varios tipos de vegetación: A) bosques de coníferas que viven en tierras altas, B) bosques de frondosas de tierras medias, C) plantas de ribera y D) plantas costeras. En el gráfico intermedio podemos observar como la cantidad de granos de polen decrece con la distancia a la costa. En el inferior se representa la abundancia de tipos de palinomorfos hallados en cada zona de deposición: así en α y β aparecen los propios de plantas costeras y ribereñas, pues los pólenes que producen éstas presentan menor capacidad de dispersión que los de las plantas de zonas medias y las coníferas. Este último grupo aún estando presente en todas las zonas de deposición es el mayoritario en δ, debido a su alta capacidad de dispersión aérea. El máximo porcentaje de palinomorfos correspondientes a plantas de zonas medias se encuentran en la zona γ, ya que poseen menor capacidad de dispersión que los de las coníferas, depositándose en lugares más cercanos a las orillas.

Usualmente, si se estudia el contenido palinológico de las diferentes zonas de deposición de un lago, se observará que existe una diferencia en el contenido palinológico. Así, las plantas de ribera se encontrarán mejor representadas en los sedimentos próximos a las orillas, mientras que los granos de polen de las plantas que viven en tierras altas predominarán en los sedimentos correspondientes a las zonas más profundas. Este fenómeno

se llama efecto Neves (CHALONER & MUIR, 1968), y es debido al diferente grado de transporte que experimentan los distintos tipos de palinomorfos (Fig. 71). Este transporte no sólo es producido por el viento, sino también por el agua como veremos posteriormente.

Existen otros factores que afectan a la dispersión polínica (BARTHÉLEMY, 1985):

a) La talla de la planta productora: algunos palinomorfos no tienen, debido a su estructura o morfología, tanta capacidad de dispersión como otros, pero si se producen en plantas de gran altura poseerán una mayor probabilidad de diseminación.

b) La posición de la planta con respecto a los vientos dominantes: ya que las que se encuentren expuestas a estos presentarán una mayor probabilidad de dispersión de sus palinomorfos.

c) El emplazamiento de la planta productora con respecto a las restantes de la comunidad: debiendo tener en cuenta que la mayor parte de las flores de una planta se encuentran repartidas esencialmente en el volumen aéreo expuesto a la luz. Así, un árbol aislado produce de 5 a 12 veces más polen que un árbol integrado en un bosque cerrado (BARTHÉLEMY, 1985). Por otra parte, un árbol aislado está expuesto al viento por todas sus partes y toda su producción polínica puede ser dispersada por éste; mientras que sólo la parte más apical de la copa de un árbol de una masa forestal tiene posibilidad de enviar a la atmósfera su producción polínica.

Debemos reseñar que existen plantas como *Betula* y *Corylus* cuya floración se realiza en períodos invernales o primaverales en los que las comunidades caducifolias en las que habitualmente se integran no presentan foliación, por lo que encuentran una mayor facilidad de dispersión de sus granos. Además, estos géneros son unos grandes productores polínicos, posiblemente debido a esta particularidad que les hace comportarse como árboles aislados.

Como es lógico, los granos de polen anemófilos se encuentran a merced de la trayectoria del viento. En bosques abiertos, es usual que se formen remolinos cuando su dirección se encuentra obstaculizada por árboles y arbustos. Estos remolinos producirán un depósito de palinomorfos sobre ellos. De una forma similar, el polen llevado a través de la vegetación puede impactar sobre obstáculos en la forma de ramas, troncos, hojas, etc, y grandes cantidades de polen pueden ser atrapadas de esta manera. Así, en las regiones templadas se detectan dos períodos en donde son apreciables aumentos polínicos en zonas húmedas como pantanos y turberas: el período de floración, que en nuestras latitudes va de Abril a Agosto, y el de refluación, que se desarrolla en Noviembre-Diciembre (TAUBER,

1977). La reflatación tafonómica del polen proviene del lavado de hojas, ramas y troncos por las tormentas del otoño, al tiempo que las hojas marchitas caen (TAUBER, 1967). Seguramente una porción del polen que se halla en los sedimentos de la Cerdaña se encuentra reflatado, desgraciadamente este efecto no ha podido ser apreciado en nuestros estudios ya que no se puede diferenciar de ninguna manera del polen no reflatado.

d) El papel del relieve en la circulación atmosférica: es lógico pensar que los vientos serán diferentes en zonas montañosas y llanuras, debido a que en el último lugar los vientos no tendrán ninguna barrera que les impida circular, por lo que los granos de polen serán más fácilmente dispersados.

Considerando un hipotético rumbo horizontal, que no se da nunca en la naturaleza debido a las corrientes de convección aérea, el polen llevado por el viento sobre la cubierta arbórea de un bosque puede ser la principal fuente de granos depositados en un lago, ya que invierte menos tiempo en llegar a éste que el que es transportado vía espacio entre los troncos. Los cambios en la densidad de la vegetación influyen en las velocidades de las corrientes de aire en el espacio entre troncos y, consecuentemente, en la distancia recorrida (MANTEN, 1967). Hay que tener en cuenta que los granos más pequeños, en este caso, serán menos filtrados y retenidos que los grandes. La dispersión de los palinomorfos de un árbol también está relacionada con la altura de éste, presentando los que se producen en las flores más cercanas a la copa mayor capacidad de dispersión que los que se producen en zonas medias o bajas.

Además de los aspectos anteriormente mencionados, el transporte aéreo del polen está gobernado por la velocidad del viento, corrientes de convección, difusión por remolinos y velocidad de caída de las partículas individuales (TAUBER, 1977). Se han podido detectar palinomorfos que han recorrido, llevados por los vientos, grandes distancias. Por ejemplo, granos de *Ephedra* producidos en el occidente de Asia o el Sur de Europa han sido encontrados en Dinamarca (TAUBER, 1977). Sin embargo, estudios experimentales realizados por ANDERSEN (1967), en bosques mixtos caducifolios, han dado como resultado que la inmensa mayoría de los palinomorfos de una planta quedan en las inmediaciones de su lugar de producción. Esto es debido a que el polen choca con las hojas y ramas de los árboles vecinos cayendo al suelo como una especie de "lluvia polínica". Así, si un árbol tiene alrededor de 20 m de altura la mayoría de sus granos quedarán en un radio de 20-30 m.

También los palinomorfos pueden ser arrastrados por la lluvia, si las gotas de las

nubes están cargadas de estos debido a que han atravesado regiones en donde la atmósfera presentaba polen en suspensión. También las gotas de lluvia pueden limpiar el aire al caer arrastrando gran cantidad de palinomorfs (MANTEN, 1967). Este tipo de "lluvia polínica" tampoco pudo ser apreciado por nosotros en el polen estudiado.

Por último, hay que tener en cuenta los distintos períodos de floración de los ejemplares de cada taxón (BELMONTE I SOLER, 1988), el estado fisiológico de la comunidad vegetal, pues hay años en los que la producción polínica descende. Asimismo, hay que considerar la existencia de descensos por causas traumáticas como fuegos, infecciones, depredación, etc, todo ellos imposibles de detectar en el material fósil estudiado.

a-2) hojas: en la actualidad la producción de hojarasca depende del tipo de bosque al que nos estemos refiriendo. Así en la taiga la producción media de hojarasca es de 1 tonelada por hectárea al año; en los bosques ecuatoriales, de casi 11 toneladas por hectárea al año; y en los bosques templados, tanto de tipo frío como cálido, de 3,5-5,5 toneladas por hectárea al año (BRAY & GORHAM, 1964). Como veremos más adelante, la flora de la Cerdaña pudiera relacionarse con una vegetación de tipo templado cálido, por lo que en esta zona habría una elevada producción de hojarasca al año.

En los sedimentos de la Cerdaña se han encontrado fundamentalmente cinco tipos de restos foliares atribuibles a: 1) dicotiledóneas arborescentes caducifolias, 2) dicotiledóneas arborescentes perennifolias, 3) acículas de gimnospermas, 4) hojas paralelinervias de monocotiledóneas, y 5) frondes de helechos.

Los tres primeros tipos pueden sufrir transportes similares, aunque seguramente estos se produzcan en diferentes momentos del año. Las dicotiledóneas caducifolias parece que tuvieron un máximo de producción de hojarasca en el otoño, mientras que las perennifolias y las gimnospermas debieron tenerlo a lo largo del año, intensificándose en primavera, con el crecimiento de los nuevos brotes. Un caso aparte es la caída de hojas marcescentes o semicaducas que suele ocurrir en invierno o primavera (GASTALDO *et al.*, 1987). No obstante, hay que tener en cuenta que la caída de las hojas no es sincrónica en todas las especies que habitan en una comunidad determinada, y tampoco lo es en los miembros de una misma especie (FERGUSON, 1985).

El transporte y la dispersión de las hojas por el viento han sido estudiados por varios autores (SPICER, 1981; FERGUSON, 1985; SPICER, 1989b; GREENWOOD, 1991; SPICER,

1991), y, en primer lugar, parecen depender de sus características morfológicas entre las que hay que destacar:

a) peso: gobierna la velocidad de caída. Las hojas más ligeras tenderán a ser dispersadas más lejos que las más pesadas. Según FERGUSON (1971), las acículas de gimnospermas son más pesadas que muchas hojas de angiospermas, por lo que no son arrastradas muy lejos por los vientos. Quizás ésta es una de las razones por las que aparecen en menor proporción que las hojas de angiospermas en los afloramientos ceretanos.

b) talla: puede tener el efecto de alterar la trayectoria diagonal en un salto más o menos vertical. La talla está correlacionada con el peso. Así, hojas grandes con gran peso por unidad de área tenderán a no ser seleccionadas en el curso de la diseminación, con el resultado de que las hojas llevadas a mayor distancia serán las más pequeñas del árbol productor.

Salvo excepciones, como algunos restos foliares de *Fagus* y *Quercus*, los macrorrestos encontrados responden a una talla media/pequeña para la habitual en los individuos de las especies actuales filogenéticamente más próximas.

c) forma: modelos artificiales han demostrado una tendencia a descartar el papel de la forma como factor de diseminación. Sin embargo, tiene cierta influencia en el aumento de dispersión. Por ejemplo, las hojas con ejes desiguales, tienden a rotar sobre el longitudinal, lo que incrementa el tiempo de permanencia en el aire. Parece ser que teniendo esto en cuenta, las hojas oblongas son las que se dispersan más lejos, y entre éstas, las acorazonadas. Esto último no ha podido ser ratificado en el conjunto de restos foliares estudiados, ya que las hojas del Mioceno Superior de la Cerdaña son en su mayor parte elípticas y ovadas.

d) peciolo: cuando el peciolo se encuentra presente, la hoja es más pesada, lo que influye en su caída.

e) hojas compuestas: tendencia a la caída gradual de foliolos. Estos pueden caer indiscriminadamente o de forma regular, empezando por el proximal y continuando en sentido distal. Con la abscisión de cada foliolo, el peso por unidad de superficie de lo que queda de hoja aumenta progresivamente debido a la mayor densidad del raquis. Por esta razón, estas hojas suelen caer cerca del árbol parental, y tienen poca probabilidad de llegar hasta áreas de sedimentación, a no ser que las plantas con hojas de este tipo vivieran muy próximas o en medios acuáticos. Éste es el caso de las Juglandaceae que produjeron los ejemplares: MGBV-9500, MGBV-9865 procedentes del torrente de Vilella.

Al igual que antes hemos expresado en el caso de los palinomorfos, el transporte por vientos será más efectivo para las hojas que se encuentren en las zonas superiores de la cubierta arbórea que para las que se desarrollan en zonas más bajas. En primer lugar, porque los vientos son más fuertes encima de la cubierta arbórea que dentro de ella, y en segundo por la falta de obstáculos, ya que las hojas del interior cuando sufren abscisión, chocan con otras hojas o con troncos y ramas que dificultan o impiden su dispersión. Un caso reseñable es el de las hojas marcescentes, que al caer meses después del período de abscisión del resto de los árboles, tienen menos obstáculos para ser dispersadas (SPICER, 1989b). Puede que ésta sea una de las razones de la abundancia de restos foliares de *Quercus hispanica*, *Q. drymeja* y *Fagus gussonii* en el Vallesiense de la Cerdaña.

Con respecto a la posición en el árbol, existen dos tipos de hojas: las de sol y las de sombra (FERGUSON, 1985; WILSON, 1988a, 1988b; SPICER, 1991). Las de sol se encuentran en las zonas más expuestas del árbol y están sometidas a una elevada insolación y a una mayor incidencia del viento que las de sombra. Para impedir que estos dos factores produzcan una elevada pérdida de agua, la planta responde reduciendo la superficie de estas hojas, con respecto a las de sombra. Ésta puede ser una cuestión significativa en situaciones de lagos abiertos, como el de la Cerdaña, donde las asociaciones en aguas profundas, lejanas a las orillas, pueden encontrarse enriquecidas por pequeñas hojas de sol transportadas por el viento. Normalmente, esto es erróneamente interpretado como representativo de un clima más frío o riguroso, contrario al que seguramente estuvieron expuestas las plantas (SPICER, 1991). Posiblemente, sea una de las razones por las que ÁLVAREZ RAMIS (1981) califica a la flora ceretana como de clima seco, ya que en algunos afloramientos de la Cerdaña, como camino de Balltarga a Bor, hay una tendencia a que los restos foliares que se colectan posean un tamaño pequeño. Otra de las razones por la que existe una selección hacia hojas de menor tamaño es la talla de la hoja, ya comentada anteriormente.

En el caso de las hojas de monocotiledóneas y frondes de helechos, su escasez radica en su tipo de abscisión. Las dicotiledóneas pierden sus hojas de forma solitaria, de manera que si no son atrapadas por la vegetación, en seguida son transportadas. Los helechos y muchas monocotiledóneas tienen en común el hecho de que cuando mueren, sus peciololes se inclinan hacia el suelo, pudriéndose literalmente sobre el tallo (SPICER, 1981; SCHEIHING & PFEFFERKORN, 1984). Esta característica influye negativamente en el transporte y presencia de estos grupos en las asociaciones registradas, como podemos comprobar tras el

estudio de los vegetales de la Cerdaña, ya que los restos atribuibles a monocotiledóneas y helechos se colectan de forma excepcional, si comparamos con la gran cantidad de hojas de dicotiledóneas halladas. Debemos destacar que la monocotiledónea más abundante en la zona de estudio es *Typha latissima*, no debiéndose a una forma de dispersión de sus hojas semejante a la de las dicotiledóneas, sino a que esta especie debió habitar en las riberas de los cursos de agua y en zonas pantanosas donde pudieron ser fácilmente transportadas por las corrientes hidráulicas.

Aunque existen hojas que son arrastradas por los vientos a grandes distancias, como el polen, la dispersión dentro de un bosque está bastante restringida. La hojarasca cae casi directamente bajo la cubierta vegetal (BURNHAM et al., 1992). Según SPICER (1991), en un bosque de coníferas el 90% de las acículas caen formando un ángulo de 20° respecto del árbol parental. Los árboles con grandes copas dispersan más lejos sus hojas que los pequeños (BURNHAM et al., 1992). Normalmente, para que queden fosilizadas las hojas de un árbol, estos deben crecer dentro de un perímetro de 50 m de anchura alrededor de la masa de agua de un lago (SPICER, 1989b).

Según BURNHAM et al. (1992), las hojas de árboles grandes comunes en la zona de estudio, serán abundantes en todas las muestras recogidas; las hojas de los árboles grandes poco comunes serán abundantes en algunas de las muestras; y las hojas de los árboles pequeños comunes, serán relativamente abundantes en todas las muestras.

Teniendo en cuenta este criterio, quizás los árboles más comunes que existieron en la cercanía del lago de la Cerdaña fueron *Alnus occidentalis*, *Quercus drymeja* y *Fagus gussonnii*; entre los árboles poco comunes, abundantes en algunos afloramientos como Coll de Saig, se encontrarían especies como *Laurophyllum* sp. *Daphnogene* sp. y *Persea princeps*; finalmente entre los árboles pequeños comunes quizás se encontraría *Acer pyrenaicum* y *Zelkova zelkovaefolia*.

Comparada con la velocidad del viento que existe por encima de la cubierta vegetal, la que se desarrolla a nivel del suelo es muy reducida. En algunas ocasiones, las hojas ya depositadas en el suelo pueden ser arrastradas por vientos. Si esto ocurre, se produce normalmente un arrastre que tiene como consecuencia un daño mecánico que será mayor o menor dependiendo del tipo de hoja (las hojas más coriáceas serán menos dañadas) y del grado de hidratación de éstas (las hojas más secas serán más fácilmente desgastadas) (FERGUSON, 1975). Entre las hojas estudiadas hemos observado roturas en sus márgenes

que, aunque no podemos descartar que se hayan producido a causa de un arrastre eólico, pudieran haber sido producida por otras causas como transporte hidráulico; en cualquier caso se trataría de una resedimentación.

Hay que reseñar la presencia en los afloramientos estudiados de hojas juveniles que debieron ser arrancadas de la planta madre por predación o problemas ambientales. Éstas se han encontrado en un número exiguo en los afloramientos estudiados. La presencia de hojas juveniles ya ha sido detectada en otras localidades terciarias, como Río Cóndor y Barranca de Carmen Silva (Chile) (ROMERO & DIBBERN, 1985), a partir de restos foliares seguramente atribuibles al género *Nothofagus*. Dado que la morfología foliar de las hojas juveniles es diferente a la de las adultas, algunos autores como DUSEN (1907 apud ROMERO & DIBBERN, 1985) han descrito especies sin valor taxonómico como *N. densinervosa* Dusen. En el Vallesiense de la Cerdaña los taxones representados por hojas juveniles son *Fagus gussonii* y restos foliares de Betulaceae o Ulmaceae imposibles de determinar con mayor exactitud (Lám. XXVIII, fig. 4).

Las hojas juveniles halladas por nosotros presentan por lo general un tamaño pequeño, de longitud aproximada 1,5-2 cm, la serración del margen no totalmente desarrollada y los espacios que se encuentran entre los nervios secundarios curvados formando relieve, debido al desarrollo dispar de las diferentes partes de la propia hoja y a que el limbo de éstas se encuentra plegado.

Como hemos comentado con anterioridad las hojas juveniles aparecen registradas en un escaso número. Esto pudiera ser debido a varios factores:

- se encuentran menos lignificadas, y por esta razón son más fácilmente atacadas y destruidas por organismos detritívoros.
- la forma plegada de éstas es posible que influya en su transporte, puesto que aunque poseen un pequeño tamaño, presentan un mayor peso por unidad de área que hace que no sean tan fácilmente diseminadas.

Para finalizar este apartado, como en el caso del polen, también hay que tener en cuenta los problemas fisiológicos de la planta y otros factores como son tormentas, vientos fuertes y/o dominantes, sequías, predación, infecciones o enfermedades.

a-3) frutos: según AUGSPURGER & FRANSON (1987), la dispersión de un fruto alado depende de: a) la fenología del fruto (maduración y abscisión),

b) la fuerza con que está ligado el fruto al árbol, c) el área de la superficie del fruto, y d) la altura a la que es liberado.

Además, suponemos que la problemática de los frutos alados que se han colectado en los afloramientos de la Cerdaña es similar a la de las hojas anteriormente explicada. Sin embargo, hemos de hacer referencia a sus estructuras de vuelo que debieron permitir una mayor diseminación. Según esto, hay que mencionar que el viento necesario para separar el fruto del árbol varía indudablemente entre las diferentes especies. Como en el caso de las hojas, los frutos más ligeros tendrán una dispersión mayor.

Dado que el número de frutos y semillas aladas colectadas en los afloramientos ceretanos es mucho menor que el de hojas, suponemos que en principio es por la menor producción de frutos en relación con la gran producción de hojarasca que presentan las plantas de las que proceden (*Acer*, *Fraxinus*, *Ulmus*, *Pinus*, etc...); y porque muchos de ellos fueron atrapados por la vegetación, impidiendo así su dispersión a las zonas lacustres. Normalmente, los frutos alados se liberan en otoño e invierno tras la caída de la hoja del árbol en donde se produjeron, no obstante es posible que el tiempo de dispersión de los frutos coincidiera con un momento en que algunas especies arbóreas todavía poseyeran follaje, o que los bosques fueron de tipo mixto y existiera un buen número de árboles perennifolios, lo que dificultaría la dispersión de los frutos.

No podemos descartar tampoco que las plantas productoras de este tipo de disemínulos habitaran en zonas alejadas del lago, por ejemplo, gimnospermas como *Pinus* y *Abies* seguramente crecieron en laderas montañosas relativamente lejanas. Finalmente, aunque no hay estudios sobre el tema, quizás los frutos y semillas aladas posean una menor capacidad de dispersión aérea que ciertas hojas debido a presentar un mayor peso, y a que en caso de caída al suelo necesitan una mayor fuerza del viento para poder volver a volar.

b) Transporte acuático: se han realizado experimentos en acuarios controlando los principales factores que pueden afectar a un cuerpo determinado, y posteriormente, estos resultados se han tratado de aplicar a los medios naturales con la conclusión de que el transporte de fragmentos vegetales en el agua está controlado por la velocidad a la que se empapan sus tejidos, sus propiedades hidrodinámicas, la turbulencia de las corrientes del medio acuático (GREENWOOD, 1991), su forma y tamaño, por lo que es casi imposible prever cómo se comportará un resto vegetal en un medio acuático.

Aunque existen pocos datos al respecto, parece que el concepto de la equivalencia de comportamiento hidráulico (dos partículas tienen la misma equivalencia hidráulica si reaccionan de la misma forma en el agua), puede ser empleado para determinar el medio de transporte predominante de varios taxones vegetales, en relación con el sedimento en el que están englobados, y las áreas fuente de donde provienen (SPICER, 1981).

Si los restos vegetales tienen las mismas equivalencias hidráulicas que los granos de sedimento de la matriz que los rodea, es probable que ambos fueran depositados en respuesta al mismo medio fluido. Como es incierto que las características hidráulicas de los restos vegetales puedan ser teóricamente deducidas, lo que se sabe hasta el momento se debe a una aproximación empírica.

b-1) palinomorfos: cuando un conjunto de palinomorfos cae en un medio acuático, se ven sometidos a la acción de las corrientes. La distancia a la que pueden ser transportados es directamente proporcional a la velocidad de la corriente y a la ligereza del palinomorfo (KRASILOV, 1975).

En algunos de los afloramientos estudiados es frecuente encontrar representadas en alta proporción plantas que habitan en las riberas, como tipo *Taxodium*, Sparganiaceae-Typhaceae y *Alnus*, puesto que en sedimentos que se depositaron en zonas cercanas a las orillas estos taxones tienden a acumularse a causa del efecto Neves (CHALONER & MUIR, 1968), ya explicado en el apartado del transporte aéreo.

Así, como veremos más adelante, afloramientos como la mina de Sanavastre, próxima a una orilla presentan una mayor proporción de palinomorfos propios de riberas como *Alnus*, Sparganiaceae-Typhaceae, *Salix*, etc..., y de plantas acuáticas propias de aguas someras como Nymphaeaceae, *Myriophyllum* y *Potamogeton*, que afloramientos como el barranco de Salanca cuyos sedimentos pertenecen a facies lacustres profundas.

Entre el polen hallado en las corrientes hay un buen número que presenta señales de abrasión (TAUBER, 1977); posiblemente debido al roce y choque con objetos tales como partículas en suspensión, rocas, otros restos vegetales, etc... Como hemos mencionado anteriormente, nosotros hemos hallado granos de polen que presentan roturas, deformaciones y abrasiones de distintos tipos sin que podamos decir si se produjeron debido al transporte hidráulico.

b-2) hojas y frutos: según FERGUSON (1985), las hojas entran en un cuerpo de agua: a) directamente desde la planta productora, b) indirectamente desde el suelo (depende si la vegetación es abierta o cerrada, aunque en este caso las hojas no provienen de muy lejos), c) por caída desde bancos y riberas a causa de las corrientes, y d) a consecuencia de inundaciones. Pensamos que los mismos puntos pueden ser empleados con respecto a distintos tipos de frutos. Sin embargo, debemos hacer mención de plantas acuáticas como *Trapa* que producen frutos hidrócoros.

Cuando un resto vegetal (hoja o fruto), cae en un medio acuático experimenta algún tipo de flotabilidad positiva. El tiempo de flotación no se encuentra relacionado con el hábito de la planta productora (SPICER, 1989b), sino con las características epidérmicas que presenta.

Las hojas con cutículas gruesas y ceras, y/o dependiendo del grado de lignificación de su epidermis, pueden flotar durante muchas semanas, mientras que las que presentan estas estructuras delgadas, a menudo flotan sólo unos pocos días (SPICER, 1991). Esto sugiere que hay un gran potencial de transporte a grandes distancias, en particular para los taxones perennifolios. No obstante estos resultados son difíciles de aplicar a causa de variables adicionales. El hundimiento producido por la entrada de agua en estos órganos se realiza a través de grietas y agujeros producidos por desgarres y/o depredación y aberturas como los estomas.

Por su parte, el rango de flotabilidad de las diásporas excede al de las hojas. Muchas diásporas flotan más que las hojas de sus especies (SPICER, 1991).

Cuando se conservan los peciolo hay a veces una pequeña orientación, ya que las hojas rotan durante el transporte debido a las turbulencias. A veces las hojas flotan con el peciolo hacia arriba ya que se les forma una burbuja de aire en su ápice (FERGUSON, 1985). Normalmente, las hojas pecioladas flotan más que las sentadas. Debemos destacar que varias de las especies mejor representadas en la Cerdaña como *Quercus drymeja*, *Alnus occidentalis*, *Acer pyrenaicum* y *Persea princeps*, poseen largos peciolo por lo que su transporte sería mayor. Según lo observado éste no afecta a la orientación de los fósiles.

Como en el caso de la dispersión eólica, explicada en un apartado anterior, tampoco las hojas se dispersan a grandes distancias desde la zona de entrada en el lago. Así, experimentos realizados por SPICER (1991), en lagos del estado de Washington con hojas de *Fagus sylvatica*, indicaron que sólo el 0,2% que no se encontraban embebidas en agua

viajó 1,2 km, después de 48 horas de ser llevadas por las corrientes. El mismo SPICER, refiriéndose a las hojas de este experimento, dijo que si las corrientes de agua hubieran sido más fuertes, habría existido mayor transporte. Aunque, como hemos indicado anteriormente, algunas hojas presentan un gran potencial para ser transportadas a grandes distancias.

Las hojas aciculares de coníferas son muy hidrodinámicas y presentan más facilidad de dispersión por corrientes que las hojas de las angiospermas, aunque también tienen mayor capacidad de quedar retenidas en las orillas. Además, estas últimas, en aguas con alta energía, son destruidas (SPICER & WOLFE, 1987). Así, según el tipo de corriente que exista en la zona lacustre, hay una selección de hojas en el sentido de mayor proporción de angiospermas o de gimnospermas. En esta corriente no solamente influyen los aportes hídricos sino también la dirección y fuerza de los vientos y si existe un viento dominante.

De esta manera, si la zona lacustre presenta depósitos de alta energía, las acículas de coníferas, dada su forma hidrodinámica, tenderán a estar representadas en mayor número, pues las hojas de angiospermas serán, en buen grado, destruidas. Las asociaciones en donde dominan las hojas de angiospermas revelan por un lado condiciones de baja velocidad de depósito, lo cual no quiere decir que la comunidad vegetal original no se encontrara dominada por gimnospermas.

Tras el análisis del contenido paleobotánico de los afloramientos de la Cerdaña, se puede concluir que las asociaciones se encuentran dominadas numéricamente por hojas de angiospermas, lo que parece indicar que el lago del vallesiense ceretano presentaba una baja velocidad de depósito, es decir, sus aguas eran tranquilas. Por otra parte, debemos señalar que de manera escasa se encuentran acículas, ramas y otros restos, como conos masculinos y femeninos, asignables a diferentes especies de gimnospermas. Quizás esto nos esté indicando que en los ecosistemas Mioceno Superior de la Cerdaña las gimnospermas tuvieron un papel mucho más importante del que indican el gran número de restos asignables a angiospermas. Aunque también debemos considerar que pudieron existir vientos que resedimentaran las acículas acumuladas en los bordes del lago y posteriormente fueran conducidas al centro por corrientes de agua.

Según SPICER & WOLFE (1987), las semillas aladas de coníferas están pobremente representadas en depósitos de alta energía y, del mismo modo que las hojas de angiospermas, se encontrarían más comúnmente en sedimentos de medios lacustres con bajas energías.

Esto parece ocurrir en varios depósitos miocenos de Oeste de Norteamérica, en donde

las coníferas se encuentran evidenciadas fundamentalmente por piñones, y la dominancia numérica corre a cargo de hojas de angiospermas (SPICER & WOLFE, 1987). Situación coincidente con la zona de estudio.

Una interpretación común de estas asociaciones con abundancia de hojas de angiospermas es que los bosques de frondosas aparecieron en zonas bajas alrededor de la cuenca lacustre y las coníferas vivieron sobre las montañas circundantes. Sin embargo, tales asociaciones lacustres podrían representar bosques de coníferas, ya que la vegetación parece estar dominada por angiospermas a causa de las diferentes velocidades de depósito.

En algunas ocasiones, la presencia de plantas acuáticas como *Nuphar* Sm., impide que algunos taxones lleguen a fosilizar al retenerlos entre ellas. Un ejemplo de esto fue puesto en evidencia por SPICER (1981), quien demostró en el lago de Silwood (Inglaterra) que la vegetación ripícola formada fundamentalmente por *Typha*, impide la filtración de hojas a las corrientes del lago. Es posible que este mismo efecto se produjera en la zona de estudio, ya que en ella, como indica el registro, se desarrollaron espadañas y distintas comunidades de plantas acuáticas.

c) Transporte por medio de animales: estudios de este tipo han sido realizados en los sedimentos del Eoceno Medio de Messel (FERGUSON, 1993), donde se han encontrado restos vegetales formando parte del contenido intestinal de algunos animales. Por el momento, en la Cerdaña no se han encontrado semillas o frutos con adaptaciones zoócoras. Sin embargo, como también pone de manifiesto FERGUSON (1993), para el caso de Messel, la presencia de insectos polinizadores, indicada por ARILLO *et al.* (1992), en el Mioceno Superior de la Cerdaña unido a la de muchas plantas entomógamas como por ejemplo *Linum*, *Scabiosa*, *Epilobium*, etc, nos hace sospechar que la caída de animales de este tipo cargados de polen en el lago, pudiera haber aumentado el número de granos en los sedimentos de esta zona, ya que muchos de estos insectos se encuentran impregnados de ellos tras visitar las flores en donde se alimentan.

d) Otros tipos de transporte: en los sedimentos de la Cerdaña se pueden observar flores, amentos e inflorescencias masculinas de distintos géneros de plantas. Algunos autores como ANDERSEN (1967), consideran que la aparición de fósiles de estos órganos en un afloramiento podría tener que ver con la sobrerrepresentación de ciertos palinomorfos.

Se entiende como sobrerrepresentación, la aparición de uno o varios taxones en un porcentaje mayor al que se deberían encontrar en la comunidad.

Posiblemente los granos de polen de algunas plantas que habitaban en las cercanías de los cursos de agua, como *Alnus*, puedan presentar esta problemática. Quizás el hallazgo de grupos de granos de polen de diversos taxones como *Alnus* (Lám. XXIX, fig. 4), Clethraceae-Cyrillaceae (Lám. XVIII, fig. 7) y Poaceae, pudiera ser explicado si consideramos que provienen de estambres de flores que habían caído en las aguas del lago. Pues pudieran corresponder a conjuntos de granos de polen, no maduros, que fueron liberados al medio tras la degradación de las tecas en donde se produjeron.

Es relativamente fácil que amentos como los de *Alnus* lleguen a un medio acuático, ya que los árboles de este género habitan zonas ribereñas, son producidos en gran número y su poco peso y su forma los hacen ser fácilmente transportables por los viento.

5.4.3- Depósito y enterramiento

De forma general, teniendo únicamente en cuenta los macrorrestos, la cantidad de estos decrece según nos alejemos de la orilla. En la mina de Sanavastre hemos hallado concentraciones de restos foliares y frutos de dispersión hidrócora debido a la existencia de una alta energía al tratarse de una zona deltaica fluvio-lacustre.

Algunos autores como DAVIS (1967) y JACKSON (1990), opinan en referencia al polen que en el centro de grandes lagos disminuye su número con respecto a lagos pequeños, pues después de ser depositado sobre su superficie y mezclado en sus aguas, se sedimenta suavemente sobre todo el área lacustre. De esta forma, se encontrarán un número menor de granos por unidad de superficie en grandes lagos, a diferencia de los pequeños, en donde la relación número de granos/unidad de superficie será mayor.

Nosotros disentimos de esta aseveración ya que la mayor/menor cantidad de palinomorfos no solo depende del tamaño de la superficie del lago sino del tipo de vegetación que vive en la cuenca lacustre, la vegetación de las áreas que rodean a esta cuenca, los vientos dominantes, etc... También, según HALL (1981), parece que en medios no fluviales como lagos y pantanos, el grado de sedimentación también influye fuertemente en la concentración de polen.

SUC (1984), expone que el volumen ocupado por las esporas y los granos de polen representa al menos el 0,02% del volumen del sedimento.

En las zonas profundas del centro del lago de la Cerdaña se debieron producir las condiciones de anoxia y sedimentación necesarias para la conservación de gran cantidad de restos vegetales. Estos fundamentalmente fueron palinomorfos de gimnospermas y angiospermas, y hojas de angiospermas dicotiledóneas. En menor medida estos sedimentos conservan frutos y semillas aladas, acículas de gimnospermas, restos foliares de monocotiledóneas, fragmentos de frondes de helechos, frutos hidrócoros y flores. Teniendo en cuenta lo expresado en apartados anteriores, significa que el medio lacustre era tranquilo.

Algunos de los restos foliares se han encontrado doblados (Lám. XXVIII, fig. 6), lo que posiblemente indica que en el momento de su deposición presentaban estructuras débiles debido a la descomposición microbiana. Como ya hemos comentado, muchos de los palinomorfos que hemos estudiado presentan algún tipo de degradación en su esporodermis. Los palinomorfos normalmente sufren lo que HAVINGA (1984) denomina cavitación (presencia de perforaciones en la esporodermis debidas a un proceso de destrucción producido fundamentalmente por microorganismos), adelgazamiento de la pared y degradación. Nosotros no hemos podido observar el adelgazamiento de la pared, aunque suponemos que debe ser un hecho en los granos de la Cerdaña; pero observamos gran cantidad de granos con perforaciones, destrucción de la ornamentación y, en el caso de los granos de gimnospermas, separación de sacos aéreos. El deterioro de los palinomorfos, como ya hemos mencionado, pudo ser producido tanto por efecto de la acción microbiana como por un efecto del transporte y/o resedimentación.

En la zona más profunda del lago de la Cerdaña, los macrorrestos vegetales fueron cubiertos por arcillas y frústulas de diatomeas (Lám. XXIX, fig. 3). Este material fino restringió la biodegradación al mínimo aunque es posible que como expone ALLISON (1988), la precipitación de minerales de diagénesis temprana sobre los restos vegetales ya hubieran detenido la biodegradación aerobia. Según el autor anteriormente citado, los materiales diagenéticos asociados a afloramientos de excepcional conservación, como son los de la Cerdaña, son: la pirita, carbonatos como la calcita y la siderita, fosfatos como la francolita y la vivianita y la sílice. Parece indudable, dada la gran cantidad de diatomeas que existen en los sedimentos del Vallesiense ceretano, que es la sílice uno de los principales elementos que ha permitido la conservación excepcional de los restos vegetales estudiados (Lám. XXIX, figs. 5 y 6).

En las zonas deltaicas, representadas en las minas de Sampsor y Sanavastre, hubo

momentos en los que se depositaron arcillas y otros en los que se depositaron arenas. En las primeras el porcentaje de palinomorfos es mucho mayor que en las segundas debido al grosor del grano de sedimento. En las arenas estudiadas no se han hallado macrorrestos, seguramente debido a que el grosor de su grano impidió que las condiciones fueran lo suficientemente anaerobias como para permitir la conservación de los restos. También debemos destacar el hallazgo de caparazones de ostrácodos, que a veces aparecen sobre los restos vegetales (Lám. XXVIII, fig. 7), en varios de los afloramientos de facies lacustres estudiados, como por ejemplo en el torrente de Vilella y en San Salvador. Según MARTÍN-CLOSAS (1995), restos vegetales pobremente conservados están asociados con grandes poblaciones de ostrácodos, lo que indica un fondo de lago oxigenado. La ausencia de organismos bentónicos y la presencia de restos vegetales en buen estado de conservación parecen indicar condiciones anaeróbicas. Según este autor, la existencia de ostrácodos podría indicar proximidad a los márgenes de lago, pero es imposible de determinar dado que estos podrían encontrarse resedimentados o reelaborados.

Según TRAVERSE (1988), los medios ácidos conservan mejor los palinomorfos que los alcalinos, y los medios reductores más que los oxidantes; y un medio tranquilo más que un medio energético.

A causa de sus diferencias de estructura y composición, los granos de polen no son todos igualmente susceptibles al proceso de deterioro. Algunos son más fácilmente corroídos y destruidos. Además, las condiciones de conservación varían de un lugar a otro (SANGSTER & DALE, 1961). Este deterioro selectivo está referido a una conservación diferencial. La presencia de un tipo de polen y la desaparición del que realmente debiera hallarse puede ser un problema paleoecológico. Lo cierto es que esto nos puede dar altas frecuencias falsas de uno u otro taxón (HALL, 1981). Según HAVINGA (1964), los granos de polen psilados parecen más degradables que los no psilados.

Teniendo en cuenta el efecto de degradación del polen, observamos que en los sedimentos de la Cerdaña, salvo en algunos niveles, se encuentran muy pocos granos asignables a plantas acuáticas. Esto es debido a que su dispersión es fundamentalmente hidrófila, por lo que presentan exinas muy débiles que no resisten los procesos diagenéticos. También el registro aparece sesgado por la ausencia de palinomorfos asignables a la familia Lauraceae y a los géneros *Equisetum* y *Populus*, todos ellos presentes en los sedimentos estudiados a partir de macrorrestos, posiblemente es debido a la baja proporción de

esporopolenina que presentan los palinomorfos de estos taxones (TRAVERSE, 1988).

Con respecto a los macrorrestos ocurre algo parecido. Así pues, plantas acuáticas del tipo de las Nymphaeaceae y del género *Potamogeton* se encuentran pobremente representadas debido a la escasa cantidad de compuestos como las ligninas que existen en las paredes celulares.

Estamos de acuerdo con SPICER (1992), en que algunos restos vegetales como palinomorfos y troncos pueden experimentar reelaboración, en el sentido de FERNÁNDEZ LÓPEZ (1984); sin embargo, ésta destruye por completo otros órganos como hojas y flores.

Las asociaciones fósiles de la Cerdaña son semejantes, desde el punto de vista tafonómico, a las descritas por FERGUSON (1993), en el Eoceno medio de Messel ya que, siguiendo la terminología usada por este autor, presenta tafocenosis y orictocenosis muy semejantes entre sí al no observarse procesos de reelaboración.

Por su parte, los palinomorfos, sobre todo, y las acículas de gimnospermas, en parte, pudieron experimentar un cierto grado de traslado de un lugar a otro (DAVIS, 1967; DUNWIDDIE, 1987), lo que nosotros consideramos una resedimentación. Incluso algunas hojas de angiospermas ya hundidas pueden volver a flotar a causa de la producción de burbujas de gases debida a la degradación de los restos vegetales por microorganismos. Esto debió ocurrir cuando todavía el sedimento no se encontraba compactado, por lo que las tanatocenosis que se formaron en el lago ceretano podrían presentar diferencias con respecto a las tafocenosis y orictocenosis.

Según la nomenclatura propuesta por OCHEV (1993), las tanatocenosis que se formaron en la Cerdaña deberían considerarse como mixocenosis ("mezcla de tanatocenosis de distintas categorías", por ejemplo de elementos démicos y adémicos); y las tafocenosis serían, según la nomenclatura de KRASILOV (1975), heteroméricas al contener restos de distintas tallas (la mayoría de los afloramientos de la Cerdaña corresponden a este tipo, destaquemos el barranco de Salanca, torrente de Vilella, mina de Sanavastre, San Salvador, Coll de Saig, Beders, riu de Santa María, etc.) (Lám. XXVIII, fig. 5), macrotafocenosis si solamente contienen restos vegetales macroscópicos (Santa Eugenia y carretera de Bellver de Cerdanya a Pi), y microtafocenosis cuando sólo se encuentra polen en ellas (mina de Sampsor, vertedero de Sampsor y Can Vilella). Según el tipo de resto hallado, se puede hablar de filocenosis si en un afloramiento hallamos restos foliares, carpocenosis a las acumulaciones de frutos, y palinocenosis si únicamente existen granos de polen y esporas (KRASILOV,

1975). En la Cerdaña únicamente se encuentran carpocenosis en la mina de Sanavastre, en donde se hallan acumulaciones de *Trapa ceretana*; y filocenosis y palinocenosis, en casi todas las localidades estudiadas como se verá en capítulos posteriores.

En 1993, BARRÓN dividió a los macrorrestos vegetales ceretanos en tres grupos: démicos autóctonos, démicos alóctonos y adémicos alóctonos (Fig. 72) basándose en las proposiciones de FERNÁNDEZ LÓPEZ (1990, 1991a). Según este último autor (1990), desde un punto de vista paleobiológico, si los fósiles representan organismos que vivieron en el lugar o región donde se encuentran, corresponden a entidades démicas; si por el contrario representan a organismos que no vivieron ni se desarrollaron en dicho lugar o región, corresponden a entidades adémicas. El autor continúa diciendo que: "un organismo pasó a ser adémico si se desplazó o fue transportado por agentes externos hasta algún lugar de condiciones letales fuera del área ocupada por los organismos de su grupo taxonómico. Así, los organismos que vivieron en ambientes subaéreos y fueron transportados o se desplazaron hasta un ambiente subacuático donde murieron, pasaron a ser organismos adémicos".

De manera más detallada entre las entidades démicas podemos distinguir: las que se reproducían dentro dentro del lugar o región en donde quedaron fosilizadas (entidades eudémicas), las que vivían en el área de fosilización pero no se reproducían en ella (entidades miódémicas) y las que llegaron a esta zona transportadas por agentes externos y no llegaron a reproducirse (entidades paradémicas). Según esto, los restos de plantas que como las esporas fueron transportadas fuera del área de reproducción o crecimiento de los representantes de su grupo taxonómico son elementos paradémicos. Las plantas acuáticas que crecían y se reproducían en el lago son elementos eudémicos. Hasta el momento no hemos podido detectar ningún elemento miódémico entre los taxa vegetales fósiles ceretanos.

Desde un punto de vista tafonómico, el término autoctonía tafonómica debe significar la condición de las entidades conservadas que han sido producidas en el lugar o región donde se encuentran; en caso contrario, si han sido transportadas lateralmente hasta un lugar o región diferente al de producción, las entidades conservadas son alóctonas (FERNÁNDEZ LÓPEZ, 1990, 1991).

Así, en los afloramientos de La Cerdaña encontramos por una parte elementos démicos y autóctonos como son las plantas acuáticas que se desarrollaron en la zona (por ejemplo: *Potamogeton orbiculare*, *Trapa ceretana*, *Polygonum* sp. y *Myriophyllum* sp.); por otra, elementos démicos y alóctonos, representados por los taxa ripícolas (entre los que podemos

destacar a *Glyptostrobus europaeus*, *Salix lavateri*, *Alnus occidentalis*, *Fraxinus numana*, *Carya* sp., entre otros); finalmente, la inmensa mayoría de restos hallados deben considerarse adémicos y alóctonos, tratándose de plantas que habitaron en las zonas emergidas de la cuenca que no necesitan de una humedad edáfica permanente para su desarrollo (plantas terrícolas, según la acepción de FONT QUER (1985), como *Fagus gussonii*, *Quercus drymeja*, *Quercus hispanica*, *Juglans* sp., *Acer pyrenaicum*, etc...) y de taxones que nunca habitaron en la Cerdaña y que el hallazgo de sus restos indica un transporte desde regiones alejadas (entre estos se destacan: *Liquidambar* sp., *Platanus* sp., *Engelhardia* sp., etc..).



Fig.72. Procedencia de los taxones clasificados desde un punto de vista tafonómico y paleoecológico en la cuenca de la Cerdaña (la línea punteada representa la zona donde se ubicaba el lago).

Entre los elementos alóctonos que corresponden a taxones adémicos hay que destacar a las plantas que habitaban las llamadas "lowlands", tierras bajas con pequeñas diferencias de elevación (100-200 m) y laderas con una inclinación moderada (PFEFFERKORN, 1980). La mayoría de las áreas de deposición están rodeadas por estas tierras, que son las que soportan el mayor índice de erosión. Según este último autor, la mayor parte de las plantas que crecían fuera de la cuenca, es decir, la mayoría de los taxa adémicos y alóctonos procederían de estas

tierras bajas. Las zonas escarpadas y montañosas que rodean a nuestra cuenca lacustre serían "uplands", siguiendo la denominación de PFEFFERKORN (1980), no siendo frecuente hallar representantes de las floras que las habitaban en las zonas sedimentarias. Nosotros no podemos inferir, a partir de los restos estudiados, qué plantas habitaron en estas tierras altas y bajas, aunque de una manera hipotética en próximos capítulos se postula una distribución de los distintos vegetales identificados.

5.5- Fase fosildiagenética

5.5.1- Formación y composición de las asociaciones registradas

Siguiendo la nomenclatura propuesta por FERNÁNDEZ LÓPEZ (1984), al estudiar el conjunto de los fósiles que se obtienen en la depresión Ceretana, nos encontramos con un conjunto de asociaciones registradas, entendiendo por esto: "grupo de restos y/o señales de entidades biológicas pretéritas (producidas por uno o más taxones), coincidentes en el registro estratigráfico, asumiéndose que su coincidencia implica interacciones entre los constituyentes individuales, bien directamente o bien por la influencia que los elementos entre sí ejercen sobre el ambiente".

Además siguiendo al mismo autor, contemplamos que estas asociaciones registradas son a su vez asociaciones mezcladas, pues sus elementos constituyentes corresponden a varias entidades biológicas de ambientes diferentes. Por ejemplo, en la Cerdaña encontramos juntos restos de plantas acuáticas y de *Pinus*, que vivirían en ecosistemas distintos.

Las asociaciones registradas se encuentran compuestas por diferentes tafones: "clases de elementos con una composición y una estructura que las hacen ser funcionalmente distintas, y cuyos elementos constituyentes interactúan y son capaces de dar lugar a elementos de su misma clase taxonómica" (FERNÁNDEZ LÓPEZ, 1981). En la Cerdaña hemos encontrado tafones de varios tipos tanto macro como microscópicos que pasamos a describir a continuación:

1) Macrorrestos:

Las paredes de las células de las plantas se encuentran compuestas básicamente por celulosa, y generalmente sólo se conservan en condiciones anóxicas (GREENWOOD, 1991). Tras sufrir los procesos fosildiagenéticos, hemos hallado elementos registrados

correspondientes a restos vegetales macroscópicos fundamentalmente en forma de compresiones y/o impresiones, según la definición realizada por SCHOPF (1975) y SPICER (1977).

Según REX & CHALONER (1983), una compresión se forma cuando los órganos de las plantas enterrados en los sedimentos sufrieron una degradación parcial, de modo que generaron una versión aplastada de la estructura original, con sus tejidos representados en una lámina de materia vegetal carbonificada. De acuerdo con estos últimos autores, durante el enterramiento, el contenido celular y eventualmente las paredes de las células, sufrieron una degradación microbiana, como ya hemos explicado con anterioridad. En algunos casos, esta biodegradación habría comenzado antes del enterramiento. Posteriormente, se produjo un colapso celular. Es decir, la reducción del volumen de las células debido al efecto del peso de los sedimentos. Se puede producir degradación por microorganismos antes, después o durante el colapso.

Los procesos de compresión y colapso/descomposición están estrechamente unidos y pueden haber ocurrido de forma sincrónica. El residuo de materia vegetal puede ser alterado diagenéticamente a materia carbonificada. Según ORDÓÑEZ *et al.* (1981), la carbonificación se debe a un enriquecimiento de carbono debido a:

- a) una deshidratación.
- b) una pérdida de oxígeno y, por lo tanto de los grupos OH- y COOH- de sus moléculas orgánicas.
- c) una pérdida de hidrógeno.
- d) una movilización de los grupos (-CH₂-) y (-CH₃-) de sus moléculas.

Cuando colectamos una compresión de una rama con hojas, el ángulo de disposición de las hojas respecto al tallo, así como la zona por donde se abra el sedimento nos permitirá observar esta rama desde una u otra parte: por ejemplo, se pueden observar únicamente las hojas, o la rama y las hojas que están en un mismo plano. En el caso de conos masculinos y femeninos de gimnospermas, si tienen volumen, según el plano de rotura de la roca en donde se encuentran podremos observar su morfología interna o externa (Lám. VI, fig. 5; Lám. VII, figs. 3 y 5).

Cuando se parte la roca donde se encuentra una compresión, normalmente encontramos dos partes. Puede ocurrir que en ambas se presente materia carbonificada, obteniéndose la compresión partida en dos. De otra forma es posible que en una de las partes quede todo el

material carbonificado, y en la otra un molde del resto vegetal; a este molde se le denomina impresión. También es posible que, por lavado y oxidación del sedimento donde se encuentra la compresión, desaparezca toda la materia carbonificada, obteniéndose únicamente una impresión que se divide en una parte y una contraparte, como en el caso de la compresión.

En la Cerdaña se han encontrado dos tipos de afloramientos que no difieren en litología (BARRÓN, 1993). Unos presentan sedimentos más oscuros, como por ejemplo los del barranco de Salanca y torrente de Vilella, y otros más amarillentos, como los afloramientos de Coll de Saig y San Salvador. En estos últimos abundan sobre todo las impresiones con respecto a las compresiones. Esto (BARRÓN, 1993), puede ser debido fundamentalmente a:

a) una alta exposición de los afloramientos a las condiciones climáticas, fundamentalmente lluvias que producen lixiviación de la materia orgánica.

b) diferentes procesos diagenéticos debidos a un alto nivel de anoxia en algunas partes de la cuenca lacustre.

De forma menos abundante, aparecen restos macroscópicos con la cutícula conservada, en los que el resto de su materia vegetal ha sido carbonificada, como en el caso de las compresiones. Se dice que estos fósiles presentan una conservación duripártica (SPICER, 1991).

En algunos especímenes, todas las estructuras vegetales desaparecen salvo la venación de la hoja a causa de su alto grado de lignificación. BARRÓN (1993), expuso que en varios de estos ejemplares, el contorno de la venación terciaria está recubierto por óxidos de hierro y las áreas que rodean la venación tienden a rellenarse por sedimentos que contienen una alta proporción de frústulas de diatomeas.

La información de la que disponemos parece indicar la existencia de un incipiente proceso de permineralización de los restos vegetales por sílice que procedería de la descomposición de los frústulas de las diatomeas, lo cual puede ser observado en algunas preparaciones elaboradas según el método de "peel" propuesto por STEWARD & TAYLOR (1965), en donde se encuentran corpúsculos naranjas de sílice opalina (Lám. XXIX, figs. 5 y 6). Esta incipiente permineralización que presentan los restos vegetales de los sedimentos miocenos de la Cerdaña, parece similar a la que acontece en la actualidad en los pantanos de Okefenokee (Estados Unidos) (ANDREJKO et al., 1983).

De acuerdo con UPCHURCH et al. (1983), la sílice está presente en los frústulas de

las diatomeas como ópalo-A que es soluble en ácidos orgánicos y, la producción de ácidos húmicos que se forman durante los procesos fosildiagenéticos, tiene como consecuencia la disolución del ópalo-A sin ningún efecto sobre el cuarzo. Más tarde, cuando las condiciones del medio cambian y desaparecen las sustancias ácidas, el ópalo-A se transforma en ópalo-CT, que forma los nódulos naranja sobre los vegetales fósiles.

2) Microrrestos:

Una espora o un grano de polen fósil consta sólo de la esporodermis en la parte más externa, la cual es también la parte más inerte químicamente (CHALONER & MUIR, 1968). La conservación de los palinomorfos también se considera duripártica, como en el caso de las cutículas (SPICER, 1991). La estabilidad del polen y esporas en rocas sedimentarias depende de su contenido en esporopolenina y la relación de éste con la masa de su pared (HAVINGA, 1964). Sin embargo, durante la diagénesis, los palinomorfos pueden sufrir todo un conjunto de procesos tafonómicos ya explicados.

Según HALL (1981), la concentración de polen disminuye con la profundidad a la que se encuentren los sedimentos que los contienen. Esto es debido a que los granos son afectados por la compactación del sedimento y la temperatura (HAVINGA, 1967). Como consecuencia de la presión sobre los granos, hemos podido detectar en los palinomorfos de la Cerdaña compresiones y deformaciones (Lám. XXIX, fig. 1), del mismo modo que en el caso de las esporas de *Williamsoniella lignieri* (Nathorst) Thomas, estudiadas por HARRIS en 1974. También se han encontrado granos dañados por interferencia con partículas de la matriz sedimentaria que los contenía (Lám. XXIX, fig. 2).

El color de los palinomorfos cambia según las condiciones diagenéticas afecten a los sedimentos en donde se encuentran. TRAVERSE (1988), expone una variedad de colores que van desde el amarillo pálido al marrón oscuro. Los granos de la Cerdaña presentan colores amarillentos, por lo que según el diagrama realizado por el autor anterior, deben considerarse inmaduros, es decir, han sufrido muy pocos cambios químicos en la esporodermis debido a una diagénesis mínima. Granos con estos colores se encuentran típicamente en turbas y lignitos.

Las preparaciones obtenidas a partir de lignitos de las minas ceretanas han resultado muy ricas en esporas. Éste hecho fue observado por CHALONER & MUIR (1968), en carbones, y estos autores sugirieron que las plantas productoras de esporas vivirían *in situ* o

muy próximas a la zona en donde se produjeron los lignitos. MARTÍN-CLOSAS (1995) comenta la presencia de pinnas enteras de Osmundaceae en los sedimentos de la mina de lignito de Sanavastre. La presencia de pinnas enteras de helechos indica también proximidad a la zona de producción, ya que, como hemos indicado anteriormente, las frondes sufren muy poco transporte al quedar sobre la planta parental cuando se secan. Por esta razón, pensamos que los lignitos de la Cerdaña, considerados alóctonos por MARTÍN-CLOSAS (1995), deben ser interpretados como autóctonos desde un punto de vista sedimentológico, aunque los fósiles que encierran sean alóctonos desde uno tafonómico.

En los lignitos estudiados es reseñable la baja proporción de granos de polen. Además, estos se han hallado con las esporodermis muy degradadas (Lám. XXVIII, figs. 8 y 9). Es posible que el ambiente que existió durante la formación de los lignitos fuera muy oxidante y provocara su destrucción. Las esporas parecen haber sido más resistentes, como parece indicar su gran cantidad, fundamentalmente de Osmundaceae y *Laevigatosporites*, halladas en los lignitos. Como hemos indicado anteriormente, experimentos llevados a cabo por HAVINGA (1967), han demostrado que las esporas de Lycopodiaceae y de varios Pteridophyta presentan mayor resistencia a la degradación que los granos de polen.

Un aspecto tafonómico importante que hemos analizado en esta Tesis Doctoral es la **riqueza polínica**, ya que no se encuentra la misma proporción de palinomorfos en todos los sedimentos procesados. La mayor o menor cantidad de granos de polen no sólo se debe al tipo de sedimento que engloba a estos sino a problemas fisiológicos y ecológicos de las plantas, que provocan una mayor o menor producción polínica.

No obstante, en el Mioceno Superior de la Cerdaña, la mayor o menor cantidad de palinomorfos parece encontrarse más relacionada con el tipo de sedimento que con fenómenos paleoecológicos. Así, aparecen proporciones muy variables de polen en lignitos, arcillas o arenas. Es decir, la capacidad de conservación del polen no se mantiene constante, por lo que la riqueza polínica, en el caso de la Cerdaña, no nos da idea de la cubierta vegetal sino de las condiciones de conservación de los palinomorfos.

La riqueza polínica de un sedimento se define como la cantidad de granos de polen y esporas presentes por unidad de masa del sedimento. El método de cálculo seguido es el propuesto por COUR (1974).

Como paso previo es necesario calcular el porcentaje de volumen observado (f%) que debe ser superior al 0,1% del volumen del residuo polínico (V). Se ha empleado la

siguiente ecuación:

$$f\% = \frac{v \times l}{V \times L} \times 100$$

donde:

f% - Porcentaje de volumen observado.

v - volumen efectivo de residuo polínico que se añade al portaobjetos (en nuestro caso 25 µl).

l - Diámetro del campo del objetivo usado (µm) x número de líneas observadas: superficie estudiada.

V - Volumen del residuo polínico.

L - Superficie total estudiable en el portaobjetos.

Se han barrido todas las preparaciones, contando la totalidad de los palinomorfos l=L, por lo que f% sería:

$$f\% = \frac{v}{V} \times 100$$

Una vez calculada la f%, hallamos el valor de la riqueza polínica (RP) por medio de:

$$RP = \frac{n \times 100}{m \times f}$$

En donde *n* es el número de esporomorfos contados y *m* el peso seco del sedimento analizado. La riqueza polínica se expresa en número de granos por gramo de sedimento.

Este cálculo permite comparar las variaciones de la riqueza polínica a lo largo de las diferentes columnas estratigráficas estudiadas, y, como el método de extracción polínica ha sido el mismo en todos los sedimentos, comparar dicha riqueza en los distintos cortes estudiados, como se expondrá en la descripción pormenorizada de los afloramientos.

6. CONSIDERACIONES PALEOECOLÓGICAS

6.1- Introducción

La Paleoeología es una disciplina que comprende un doble objetivo: por un lado la interpretación de los ambientes desaparecidos, incluyendo todas las relaciones químicas, físicas y biológicas que tienen lugar dentro de los límites físicos escogidos (RAUP & STANLEY, 1978); y por otro, reconstruir los modos de vida y condiciones de existencia de los organismos.

Dentro de ella, como en el caso de la Ecología, se pueden distinguir dos partes: Paleoautoecología, estudio de las condiciones de vida de taxones individuales y de los caracteres morfológicos y funcionales de un organismo; y Paleosinecología, que trata las asociaciones de organismos e interrelaciones entre estos y el medio ambiente en donde se desarrollaron.

En principio los aspectos paleoecológicos de las plantas fósiles se abordaron desde un punto de vista paleoautoecológico, a partir de las estructuras morfológicas preservadas, por ejemplo, hojas coriáceas, hidatodos, tipos de raíces, etc. (DIÉGUEZ et al., 1989). En la actualidad esta información se ve aumentada a partir de los estudios paleosinecológicos, en donde se tiende a realizar trabajos de Paleoeología cuantitativa utilizando métodos multivariantes. Como resultado no sólo se intentan reconstruir y describir los ecosistemas del pasado, sino que se trata de inferir dinámicas, respuestas e interacciones de poblaciones y comunidades a lo largo de los tiempos geológicos (BIRKS, 1985)

Los problemas con que nos encontramos al realizar estudios paleoecológicos, es decir poder inferir e interpretar las distintas biocenosis que existieron en una zona determinada, en el sentido dado por DOD & STANTON (1981), son de varios tipos:

a) método de estudio: usualmente se hacen estudios paleoecológicos acerca de un sólo grupo, en nuestro caso tenemos en cuenta únicamente a los vegetales. Sin embargo, en la Cerdaña existieron otros organismos que integraban los ecosistemas de la zona.

b) sesgo en el registro paleontológico, causado tanto por problemas tafonómicos, ya comentados (una paleobiocenosis ha sufrido por un lado un empobrecimiento y por otro un aumento de taxones que provienen de diferentes comunidades), como ecológicos. Estos problemas ecológicos son de distinta índole y por una parte atañen al tipo de vida de cada especie vegetal (autoecología) y por otra a los cambios que pueden ocurrir en los ecosistemas (ya que los organismos que nosotros estudiamos podrían formar parte tanto de comunidades climáticas como de comunidades propias de etapas sucesionales). También hay que reseñar

que los cambios en las condiciones de un ecosistema pueden ser bruscos, por ejemplo, destrucción a causa de un incendio; y graduales, debidos fundamentalmente a variaciones climáticas o geológicas.

Al no poder describir las paleobiocenosis tal y como eran en el pasado, algunos paleoecólogos como KNOLL & ROTHWELL (1981), fueron mucho más modestos en sus pretensiones siendo sus estudios básicamente descriptivos: "qué organismos característicos aparecen juntos y cómo están relacionados en la matriz de rocas sedimentarias donde aparecen".

En la presente memoria hemos tenido esto en cuenta, pero hemos tratado de ir más lejos preguntándonos por qué se encuentran juntos en un yacimiento a un número determinado de taxones, y cuál era el posible papel de cada uno de ellos en los ecosistemas miocenos ceretanos.

El tipo de vegetación que existe en una u otra región, entendiendo como vegetación: "sistema dinámico que está continuamente respondiendo a variaciones en sus parámetros causados directa o indirectamente por cambios climáticos" (PRENTICE, 1986), es debido a múltiples factores. Uno de ellos, quizás en algunos casos el más importante, es el clima. Algunos autores para la determinación de condiciones ambientales del pasado se han basado de forma actualística en floras actuales, considerando a ciertos taxones como sus indicadores. Sin embargo, las inferencias paleoclimáticas deducidas a partir de floras fósiles tienen que estar basadas en las indicaciones de la asociación completa, no a partir de uno o dos taxones relicticos que persisten en áreas de clima favorable (AXELROD, 1984). La consideración de estos taxones tal y como viven actualmente puede llevar a la interpretación errónea de las condiciones ambientales de la zona, éste es el caso del género *Glyptostrobus* que en la actualidad habita en bosques paratropicales del Este de Asia, y que durante el Terciario se extendió por zonas templadas; o, de géneros como *Platanus*, *Liquidambar* y *Liriodendron* que en la actualidad viven en formaciones planifolias y durante el Neógeno fueron típicos de bosques de coníferas (MEYEN, 1987).

En algunas ocasiones, el hallar un tipo de vegetación en un área determinada parece estar relacionado con problemas paleobiogeográficos. Por ejemplo, éste es el caso de los bosques mixtos que se desarrollan actualmente en las latitudes medias de Europa. Según WOLFE (1979), en estas zona debían existir formaciones de coníferas en donde se integrarían géneros como *Tsuga* y distintas Cupressaceae, aunque estos taxones se extinguieron durante

las glaciaciones cuaternarias.

Todos los géneros que se han descrito en esta Tesis Doctoral, tienen representantes en la flora actual. Sin embargo, no podemos tener la certeza de interpretar que tuvieron los mismos requerimientos ecológicos que sus afines actuales, como hemos apuntado, lo que añade un grado más de dificultad en la interpretación de los ecosistemas de la Cerdaña.

En esta memoria se ha hecho hincapié en la investigación paleoecológica en dos campos: 1) el estudio y evolución paleoclimática de la zona, y 2) inferencia de los ecosistemas que se pudieron desarrollar en la zona durante el Mioceno Superior.

Para el desarrollo de estos dos puntos, y ya que se abordan tanto aspectos macro como micropaleontológicos, hemos considerado por un lado la microflora y por otro la macroflora:

6.2- Microflora: estudios sobre la distribución de los palinomorfos realizados por PRENTICE (1986), indicaban que la mayoría del polen de una muestra, recogida en una cuenca de talla moderada (5-100 Ha), como es la de la Cerdaña, proviene de un radio de 20 m-20 km; y que el período de tiempo representado por una muestra es usualmente de 5-50 años.

Es decir, en los estudios de microflora llevados a cabo por nosotros, la mayoría de los taxones determinados debieron habitar en las inmediaciones de la zona de fosilización, y la muestras procesadas no deben representar un tiempo muy largo desde un punto de vista geológico. En la interpretación de los resultados obtenidos hay que tenerlo en cuenta, pero además deberemos considerar:

6.2.1- Tipos ecológicos del polen: los palinomorfos que hemos estudiado en este trabajo se pueden englobar en tres tipos fundamentales: anemófilos, zoófilos e hidrófilos, ya definidos en el capítulo de Tafonomía. Las plantas de polinización anemófila producen mayor cantidad de granos de polen que los otros dos grupos. Así, en los bosques del Hemisferio Norte, la productividad polínica media de los árboles anemófilos es de 10.000 granos por antera, mientras que en las especies zoófilas es de 100-1.000 granos (KRASILOV, 1975). Este mismo autor expuso que una rama de 10 años de un haya produce al rededor de 28×10^6 granos anualmente; un abedul, un abeto y un roble más de 100×10^6 y un pino 350×10^6 .

La productividad depende también de la periodicidad de la floración. Existen géneros

que florecen todos los años como *Alnus* y *Betula*, y otros que lo hacen bianualmente, como *Picea*, *Fraxinus*, *Fagus* y *Quercus* (FAEGRI & IVERSEN, 1989).

Además, la productividad polínica está afectada por otros factores como son: la densidad de la cubierta vegetal, los efectos del clima sobre las floración (ROURE & BELMONTE, 1988), la periodicidad de la floración, las enfermedades, los parásitos, etc.

Todo esto hay que ponderarlo al hacer un análisis polínico, en principio, porque las plantas anemófilas estarán mejor representados en nuestra muestras que las zoófilas, y, sin embargo, serán estas últimas las que nos darán mayor información sobre el medio ya que no provienen de lugares muy alejados.

En cuanto al polen de las plantas que presentan hidrofília, debemos tener en cuenta que en muchos casos no se van a encontrar debido a su labilidad. Esto explicaría su escasez en muchas de las muestras. Entre los géneros escasamente hallados debemos mencionar: *Ceratophyllum*, *Zostera* L. y *Zannichellia* L. (FAEGRI & IVERSEN, 1989).

6.2.2- Hábito: el tipo de vegetación que existía en una zona se infiere a partir de los porcentajes hallados de granos de plantas arbóreas (AP) y no arbóreas (NAP).

En los diagramas polínicos incluidos en esta memoria se reúnen todos los taxones de tipo fanerófito (aunque sean nanofanerófitos) en AP, y los caméfitos junto con los demás tipos herbáceos en NAP.

Usualmente, en nuestras muestras el porcentaje de AP es superior al de NAP. La razón suele ser porque los granos de polen arbóreos tienen mayor facilidad para ser arrastrados por los vientos a la zona de fosilización, como ya ha sido explicado en el capítulo anterior. Según FAEGRI & IVERSEN (1989), la interpretación de los diagramas en donde los NAP son preponderantes tiene mayor complicación que la de los AP, y demanda un mayor conocimiento botánico, ya que los NAP tienen una mayor utilidad para la comprensión de las condiciones locales de la zona en estudio.

Los autores anteriormente mencionados indicaron que cuando el porcentaje de NAP es del 10%, el área en estudio estaba poblada por bosques. Sin embargo, si el NAP es del 50% o superior, las formaciones herbáceas tenían predominancia.

Según SALAS (in press.), la relación AP/NAP refleja unas condiciones climáticas definidas, y en consecuencia, las variaciones en esa relación denotan modificaciones puntuales en el clima.

6.2.3- Hábitat: ya habíamos comentado en el capítulo dedicado a la Tafonomía

que en los afloramientos de la Cerdaña se encuentran elementos démicos y autóctonos, que se corresponden con los taxones acuáticos; elementos démicos y aloctonos, entre los cuales estarían las plantas ripícolas; y elementos adémicos y alóctonos, entre los que se encontrarían las plantas que habitaron en las zonas emergidas de la cuenca (plantas terrícolas) y los que nunca existieron en ésta.

Entre el componente adémico habría que reseñar todo un conjunto de taxones que habitaron en los "lowlands" definidos por PFEFFERKORN (1980), que necesitaron un grado más o menos elevado de precipitaciones durante el año, pero que no encontraron ligados a los medios acuáticos, por ejemplo: *Quercus*, *Fagus*, *Tilia*, *Acer*, etc... También debemos señalar la existencia de comunidades vegetales en los "uplands", que rodeaban la cuenca de la Cerdaña, por ejemplo, la Sierra del Cadí que ya se encontraba elevada. En estas comunidades seguramente se hallaban elementos como ciertas Taxodiaceae del tipo *Sequoia*, que posiblemente no existían en las inmediaciones de la cuenca lacustre y que aparecen de forma muy puntual en los afloramientos estudiados. Seguramente es debido a la poca probabilidad que presentan estas plantas de tierras altas de aparecer en las cuencas sedimentarias.

Finalmente, entre el componente adémico se han encontrado de forma puntual un conjunto de géneros como *Sciadopitys* y *Liquidambar*, que deben proceder de zonas lejanas en donde se desarrollaba una vegetación de tipo subtropical húmeda .

Esta distribución según el hábitat es puramente hipotética, ya que la hemos realizado tras comparar de una forma actualística los taxones encontrados por nosotros con sus representantes actuales, y como hemos indicado anteriormente, es posible que varios de ellos no tuvieran los mismo requerimientos ecológicos. Por otra parte, en los gráficos que expondremos en los siguientes apartados se contabilizan juntos todos los taxones adémicos y alóctonos, pues la escasez del registro de los que vivieron en lugares alejados no modifica los porcentajes calculados si estos se consideran en el total.

6.2.4) Diversidad: o medida del número de especies y su relativa abundancia en una comunidad. La descripción cuantitativa de la comunidad biológica concretada en un instante de tiempo, tiene la forma de una serie de censos referentes a distintas especies. El estudio de estos pone enseguida de manifiesto regularidades en las relaciones entre los números de las distintas especies, que constituyen un valioso elemento descriptivo de la

comunidad biológica general (MARGALEF, 1986).

Según BEERBOWER & JORDAN (1969), la diversidad es una medida de los procesos que operan en un sistema ecológico, refleja la productividad interna y la estabilidad así como las condiciones de estrés y heterogeneidades. En el caso de los datos paleontológicos, refleja también los factores que intervienen en la realización del muestreo, así como los mecanismos de alteración tafonómica que han actuado sobre las asociaciones.

Centrándonos en el caso de los estudios paleopolínicos, hemos considerado, aún con sus limitaciones, como una comunidad a cada asociación de microfósiles obtenida. Hay que señalar que los resultados son meramente indicativos ya que existe la siguiente problemática que se debe tener en consideración:

- Como hemos dicho en el capítulo de Tafonomía, al tratarse de microfósiles no representan la totalidad de la comunidad viviente.

- No estudiamos individuos completos sino semaforontes, y un sólo individuo puede producir miles de millones de estos en una misma temporada.

- En los estudios palinológicos, aunque con cierta reticencia, se otorga a todas las especies la relación 1:1 entre porcentajes de polen hallado y la cantidad de unidades del género que representan (SALAS, in press.), siendo esto totalmente erróneo, pues ya hemos comentado que existen taxones que producen un elevado número de granos de polen, y, además hay diferentes tipos de dispersión que ocasionan sobrerrepresentaciones en las muestras estudiadas.

- Al trabajar con estos microfósiles, es muy difícil la identificación a nivel específico (RIVAS CARBALLO, 1991). Particularmente, en esta Tesis los taxones se han determinado a nivel de género y familia.

- Existe una destrucción selectiva de los granos de algunos grupos no resistentes a los procesos de fosilización, por ejemplo, las lauráceas.

Después de tener en cuenta todos estos puntos que influyen negativamente en la inferencia de los aspectos biológicos, llegamos a la conclusión de que el análisis de la diversidad en nuestras muestras va a reflejar fundamentalmente aspectos de tipo tafonómico.

Para estimar la diversidad de una comunidad se utiliza un conjunto de índices, es decir, expresiones matemáticas que relacionan el número de especies y el de individuos de cada una presentes en una asociación.

MAGURRAN (1991), agrupaba en tres categorías principales las medidas de

diversidad de especies:

1- Índices de riqueza de especies: estos son esencialmente una medida del número de especies en una unidad de muestra definida.

2- Modelos de abundancia de especies, que describen la distribución de éstas.

3- Índices basados sobre la abundancia proporcional de especies.

En general, se puede decir que las especies y su abundancia se distribuyen de una forma logonormal (MARGALEF, 1986). Como índices de diversidad podría entonces servir cualquier función monótona que tenga un valor mínimo cuando todos los elementos pertenecen a la misma clase -todos los individuos a una misma especie-, y un máximo cuando cada elemento pertenece a una clase distinta. Además, deberían reunir ciertas condiciones como son: ser poco sensibles a la extensión de la muestra, y ser invariables a cierto número de operaciones de selección realizadas en ella. Dichas operaciones pueden consistir en una extracción al azar; pero también en selecciones no tan aleatorias, como las representadas por el uso de determinadas técnicas de muestreo o la elección de determinados grupos taxonómicos (MARGALEF, 1986).

En todos los afloramientos donde se ha obtenido un número representativo de palinomorfos se han calculado los valores de diversidad. El mismo cálculo se ha realizado con los macrorrestos cuando superaban, en un afloramiento el número de 100. La diversidad en este último caso no parece representativa en comparación con los palinomorfos debido a que el número de ejemplares es mucho más pequeño.

Existen gran cantidad de índices para calcular la diversidad que PEET (fide MAGURRAN, 1991), dividió en dos tipos diferentes para medidas de heterogeneidad: tipos 1 y 2.

Los índices de tipo 1 se relacionan con riqueza de especies y los de tipo 2 con la abundancia de las especies más comunes, es decir, con la dominancia.

Para estudiar la "diversidad" de nuestra asociaciones hemos utilizado dos tipos diferentes de medidas y dos índices: Shannon y Simpson. Desde un punto de vista clasificatorio podríamos incluir en el primer tipo de medidas de Magurran al índice de Shannon que corresponderían con el tipo 1 de índices de Peet. Por su parte el índice de Simpson debe ser incluido en el tercer grupo de medidas de Magurran y en el segundo de Peet.

Finalmente se ha calculado la Equitabilidad de las asociaciones encontradas.

-Índice de Shannon: mide la diversidad en términos de riqueza de especies, su capacidad discriminatoria es moderada y la complejidad de cálculo intermedia (MAGURRAN, 1991). Es un índice muy usado y del cual MARGALEF (1986) comentó que tiene muchas ventajas y que es particularmente apropiado para el estudio de la vegetación en términos de dominancia (cobertura según Margalef). Se calcula mediante la aplicación de la fórmula:

$$H' = -\sum_{i=0}^S p_i \ln p_i$$

dónde,

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

n_i = n° de ejemplares por especie

S = n° de especies

N = n° total de ejemplares

En una muestra el verdadero valor de p es desconocido pero se puede estimar como n_i/N (la misma probabilidad estimada). El uso de n_i/N como una estimación de p_i produce un resultado sesgado y el índice debería ser obtenido desde la fórmula:

$$H' = -\sum_{i=0}^S p_i \ln p_i - \frac{S-1}{N} + \frac{1 - \sum_{i=0}^{S-1} \frac{p_i}{N}}{12N^2} + \frac{\sum_{i=0}^{S-1} \frac{p_i^2 - p_i^3}{N^3}}{12N^3}$$

En la práctica, usando esta fórmula, el error es raramente significativo, y todos los términos en la serie después del segundo tienen un índice muy pequeño (MAGURRAN, 1991).

Si analizamos ecosistemas actuales, el valor del índice de diversidad de Shannon está en el intervalo entre 1,5 y 3,5, y raramente sobrepasa los 4,5 (MAGURRAN, 1991). Sin embargo, BEERBOWER & JORDAN (1969), consideraban para el registro fósil una

diversidad baja cuando el índice de Shannon es menor de 0,6, una diversidad moderada cuando el valor del índice se encuentra entre 0,6 y 1,0 y una diversidad alta cuando el índice supera el valor 1,0.

- **Índice de Simpson:** da la probabilidad de que dos individuos tomados al azar en una comunidad infinitamente grande pertenezcan a diferentes especies, su capacidad discriminatoria es moderada, su sensibilidad al tamaño de la muestra es baja y su cálculo de complejidad intermedia (MAGURRAN, 1991). Incorpora información sobre la abundancia proporcional de especies (PIELOU, 1977), y es uno de los índices mejor conocidos y utilizados para medidas de dominancia. Se formula de la siguiente manera:

$$\lambda = \sum p_i^2 \quad \text{donde,} \quad p_i = n_i/N$$

n_i = n° de ejemplares de una determinada especie

S = n° total de especies

N = n° total de ejemplares

Para calcular el índice en una comunidad finita se utiliza la siguiente fórmula:

$$\lambda = \sum_{i=1}^S \frac{n_i(n_i-1)}{N(N-1)}$$

Si λ incrementa, la diversidad decrece y el índice de Simpson está usualmente expresado como $1-\lambda$ cuando se utiliza como índice de diversidad. En este trabajo, se ha empleado como $1-\lambda$.

- **Equitabilidad:** ninguna comunidad está formada por especies en igual abundancia. El concepto de equitabilidad trata de explicar cómo son las especies de abundantes. Así, existirá una alta equitabilidad si las especies tienen una abundancia igual o similar. La diversidad máxima (H_{\max}) que se podría encontrar sería la de una comunidad en que todas sus especies integrantes son igualmente abundantes, o expresado en otros términos:

$$H' = H_{\max} = \ln S$$

siendo:

H' = diversidad de Shannon

S = n° total de especies

La división entre la diversidad observada y el máximo de diversidad es la medida de la equitabilidad.

$$E = \frac{H'}{H_{\max}} = \frac{H'}{\ln S}$$

De lo que se deduce que el valor 1 se adquiere cuando cada especie posee idéntico o similar número de individuos que las demás especies presentes, y toma valor mínimo cuando existe dominancia de una o varias sobre las otras.

Como en el caso del índice de Shannon, esta medida de equitabilidad asume que todas las especies están estimadas en la muestra (MAGURRAN, 1991).

6.5.5- Información climática: la vegetación es un sistema dinámico que está continuamente respondiendo a variaciones en sus parámetros causados directa o indirectamente por cambios climáticos (PRENTICE, 1986). Por esta razón, como expusieron RAUP & STANLEY (1978), las plantas son excelentes indicadores del clima.

Para realizar una interpretación paleoclimática a partir de los palinomorfos determinados hemos tratado de distribuirlos según sus requerimientos térmicos. En este sentido los vegetales fueron divididos por VAN STEENIS (1962) en: **microtérminos**, vegetales que habitan zonas con climas templados y fríos, **mesotérminos**, los que viven en regiones cálido/templadas o subtropicales, y **megatérminos**, los que existen en zonas tropicales.

BESSEDIK (1985), adopta y modifica estos tres grupos considerando microtérminos a aquellos vegetales que únicamente habitan climas fríos, pasando a ser mesotérminos los vegetales que viven en zonas templadas. Además, estima otros dos grupos: los **mega/mesotérminos**, donde se incluirían aquellos vegetales que habitan zonas subtropicales y tropicales con clima seco; y los **meso/microtérminos**, aquellos que viven en climas templados, pero que soportan condiciones frías durante ciertas estaciones del año. Además, BESSEDIK (1985), hablaba de un conjunto de taxones que son difíciles de englobar en uno

u otro tipo, y que incluye dentro de una categoría "**plurirregional**".

Como hemos indicado en la introducción de este capítulo, quizás es aventurado realizar una comparación entre los requerimientos ecológicos de un taxón actual y uno fósil, aunque pueda tratarse de dos taxones muy cercanos desde un punto de vista filogenético. DE RENZI (1978), expone que el referir todo un estudio paleoecológico a la ecología de los organismos actuales, cuyos representantes fósiles objeto de estudio se considerarían sus antepasados, transfiriéndola a estos últimos, puede ser poco válido aunque podría servir de guía a lo largo del Terciario. Teniendo en cuenta esta apreciación y al no poseer otros datos que los actualísticos para poder llegar a inferir requerimientos paleoclimatológicos, consideramos acertado seguir el planteamiento utilizado por BESSEDIK (1985).

En esta tesis se han reconocido más de 100 taxones a partir de palinomorfos, los cuales se han tratado de repartir dentro de estos seis grupos. No obstante, el establecimiento de estos tiene el inconveniente de no tomar en consideración el factor de proximidad a los cursos de agua, y que algunos de los géneros que son microtérminos, como por ejemplo *Betula*, pueden habitar zonas más templadas siguiendo cursos fluviales.

A continuación exponemos el listado de géneros y familias en los grupos térmicos anteriormente descritos:

- **Megatérminos:** Sapotaceae.

- **Mega/mesotérminos:** cf. Cycadaceae, *Celtis*, Sapotaceae, *Acacia*, *Nyssa*, *Ligustrum*, *Olea*, Arecaceae.

- **Mesotérminos:** tipo *Sequoia*, tipo *Taxodium*, *Sciadopitys*, *Cathaya*, *Cedrus*, *Ephedra*, Berberidaceae, *Platanus*, *Liquidambar*, *Parrotia*, *Ulmus-Zelkova*, *Carya*, *Engelhardia*, *Juglans*, *Platycarya*, *Pterocarya*, *Myrica*, *Quercus* tipo *ilex-coccifera*, *Cistus*, *Helianthemum*, Cistaceae, Clethraceae-Cyrillaceae, Thymelaeaceae, *Elaeagnus*, *Ilex*, *Buxus*, *Rhamnus*, *Parthenocissus*, *Echium*, *Phlomis*, *Fraxinus*, *Ligustrum*, *Phyllirea*, *Viburnum*, *Lonicera*, Liliaceae.

- **Meso/microtérminos:** *Abies*, *Picea*, *Tsuga*, Berberidaceae, *Ulmus-Zelkova*, *Fagus*, *Quercus*, *Alnus*, *Carpinus*, *Corylus*, *Polygonum*, *Tilia*, *Salix*, aff. *Robinia*, *Cornus*, *Linum*, *Acer*, *Geranium*, *Hedera*, *Convolvulus*, *Echium*, *Fraxinus*, *Sambucus*, *Valeriana*, *Scabiosa*, *Typha*, Sparganiaceae-Typhaceae.

- **Microtérminos:** *Abies*, *Picea*, *Tsuga*, *Alnus*, *Betula*, *Frangula*, Primulaceae.

- **Pluri-regionales:** Cupressaceae, *Pinus*, Nymphaeaceae, Ranunculus,

Amaranthaceae-Chenopodiaceae, Caryophyllaceae, Droseraceae, Ericaceae, cf. Rosaceae, Fabaceae, *Myriophyllum*, *Trapa*, *Epilobium*, Viscaceae, *Euphorbia*, Apiaceae, Rubiaceae, Lamiaceae, Asteraceae liguliflorae, Asteraceae tubuliflorae, *Potamogeton*, Cyperaceae, Poaceae.

El conjunto de las esporas podría considerarse dentro del grupo de los elementos pluri-regionales, aunque algunas de las determinadas como *Leiotriletes*, quizás pudieran relacionarse con helechos megatérmicos como *Lygodium*.

Este listado es cuestionable, ya que por un lado se han comparado los taxones del Mioceno Superior ceretano con los géneros actuales correspondientes cuyos requerimientos térmicos podrían haber sido bastante diferentes, y por otro, a muchos de los taxones citados se les puede encontrar en lugares con condiciones térmicas muy diferentes. Sin embargo, aunque todo esto pudiera ser en parte modificado, podemos observar que la mayoría de los taxones determinados se reparten entre los mesotérmicos y los meso/microtérmicos.

6.2.6- Correlación: mediante la correlación se intenta establecer y estimar la asociación (interdependencia) entre dos variables (SOKAL & ROHLF, 1979). Para realizar esto se llevan a cabo análisis multivariantes. En esta memoria hemos aplicado este tipo de análisis, correlacionando número de taxones y cantidad de ejemplares de cada taxón por muestra analizada.

Los análisis multivariantes se aplican de una forma habitual en Paleoecología y Paleobiogeografía, pudiéndose considerar dos grandes grupos (SPICER & HILL, 1979; SHI, 1993): clasificación y ordenación.

Nosotros hemos utilizado un coeficiente de correlación desde el punto de vista de la clasificación, es decir no toma los datos numéricos como tales, sino que los clasifica según su tamaño, importancia, etc. Se trata del coeficiente de Spearman, el cual es útil en Paleoecología aplicada a estudios paleobotánicos ya que tiene en cuenta las distorsiones de los datos obtenidos producidas por los procesos tafonómicos (KOVACH, 1989), y utiliza en su formulación la diferencia resultante entre los valores ordenados de las variables a correlacionar ya mencionadas (SPIEGEL, 1991).

El coeficiente de correlación de Spearman se calcula por la aplicación de la fórmula:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum D^2}{N(N^2 - 1)}$$

donde:

D = diferencia de los valores ordenados.

N = n° de taxones.

Este coeficiente ha sido usado en un buen número de reconstrucciones paleoecológicas a partir de floras fósiles, siendo apropiado cuando la exactitud de los rangos a causa de problemas tafonómicos, no es muy cierta (KOVACH, 1989).

Las matrices construidas para realizar este tipo de análisis son del denominado modelo Q (Q-mode). De esta forma, las muestras están relacionadas con cada una de las otras sobre la base de sus atributos (taxones) (HAZEL, 1970).

6.3- Macroflora: a diferencia de la Palinología, al estudiar la macroflora debemos considerar un acotamiento mayor en lo referente a la distancia en donde se desarrollaban las plantas productoras. Según SPICER (1989b), si nuestro estudio se centra en una filocenosis, los restos foliares que la componen debieron crecer en un perímetro de 50 m alrededor de un cuerpo de agua.

Particularmente, deberemos tener en cuenta que algunos de los taxones registrados se detectan solo en base a macrorrestos, éste es el caso de la familia Lauraceae, la cual, por su parte, presenta una gran importancia paleoecológica.

Por otra parte, desde un punto de vista taxonómico, a partir de macrorrestos se puede llegar a una identificación a nivel de especie, mientras que el estudio de los palinomorfos únicamente nos permite una determinación a nivel genérico o de familia.

Como en el caso de los microrrestos, para la correcta interpretación de los datos obtenidos deberemos de considerar una serie de aspectos que pasamos a detallar a continuación:

6.3.1- Tipos fisonómicos: el clima ejerce una gran influencia en la distribución de las plantas sobre el globo. Así, la riqueza de especies vegetales en un lugar determinado varía con la temperatura y las precipitaciones (TALLIS, 1991).

Con el motivo de deducir temperaturas a partir de floras terciarias, AXELROD &

BAILEY (1969) propusieron un plan de trabajo que consiste en: a) recoger una muestra adecuada, b) estudiar la abundancia en especies, c) identificar las plantas fósiles en función de sus más cercanos duplicados (refiriéndose a restos fósiles hallados en otros lugares), d) tabular sus caracteres foliares y dibujar un espectro a partir de estos datos, y e) analizar comunidades modernas similares a la muestra estudiada en términos de relación planta-clima.

Nosotros en este apartado, nos vamos a centrar en los dos últimos puntos.

Uno de los aspectos más importantes que podemos inferir a partir de una flora fósil es si el clima era o no estacional. Esto se puede llegar a reconocer si podemos deducir el porcentaje de taxones decíduos y perennifolios que aparecen en nuestras muestras.

Aunque la pérdida de hojas puede ser debida a problemas como: mecanismos para impedir la predación, bajos niveles lumínicos, carencia de nutrientes en el medio y metabolismos de las toxinas que producen los mismos vegetales (SPICER, 1989a), lo más usual es que en climas estacionales se desarrolle un proceso de abscisión en algunos vegetales como respuesta a las inclemencias climáticas y estrés hídrico. SPICER (1989a) explica que la abscisión protege fundamentalmente a las plantas durante los períodos secos o fríos.

Centrándonos en el problema específico del Vallesiense de la Cerdaña y teniendo en cuenta únicamente al componente arbóreo, sin considerar taxones como *Quercus drymeja* y *Myrica lignitum*, de los que no es posible decir si eran o no decíduos, hemos realizado el porcentaje de perennifolios y caducifolios que hemos detectado a partir del conjunto global de taxones inferidos por los macrorrestos. Como resultado, el 63,63% eran caducifolios frente a un 36,37% perennifolios.

Si comparamos con taxones actuales filogenéticamente relacionados con los ceretanos, podemos deducir que los caducifolios debían perder sus hojas en un período otoñal semejante al que existe en la actualidad en el Hemisferio Norte. Luego, parte de las plantas fósiles estudiadas en este trabajo sufrían abscisión como protección contra períodos fríos invernales, y no para soportar períodos secos con estrés hídrico.

Un método tradicional de reconstrucción paleoclimática para floras fósiles es intentar encontrar una asociación supuestamente homóloga a otra actual (punto "e" del plan de trabajo propuesto por AXELROD & BAILEY, 1969). Normalmente para esto a algunos taxones se les da más peso que a otros, emparentando así asociaciones fósiles con actuales. Sin embargo, esto es un error porque ninguna asociación terciaria puede ser exactamente comparada con una viviente (WOLFE, 1981). Por lo tanto, como decía este autor, "asignar parámetros de

temperaturas a una asociación fósil usando la distribución climática presente podría ser cuestionable".

Consideramos que la mejor metodología para determinar paleoclimas a partir de una asociación de plantas fósiles es la sugerida por BAILEY & SINNOT (1915, 1916) y RAUNKIAER (1934). Estos autores intentaban encontrar fisonomías características a partir del follaje, y, posteriormente, correlacionarlas con parámetros climáticos.

Según WOLFE (1981), la fisonomía de las plantas representa la respuesta adaptativa de éstas a su medio, y, por esta razón, los análisis fisonómicos de las asociaciones de hojas fósiles, ofrecen la forma más directa de estimar paleoclimas. La fisonomía foliar es un reflejo directo de la vegetación, y, por lo tanto del clima. Así, en el estudio de paleoclimas a partir de restos foliares fósiles, las inferencias basadas a partir de los requerimientos térmicos de los taxones existentes son evitadas (WOLFE, 1971). Este último autor va mucho más lejos al afirmar que "el tipo de vegetación se distingue a causa de sus características fisonómicas y no por su composición taxonómica".

Fundamentalmente, para analizar una flora desde un punto de vista fisonómico se han tenido en consideración dos aspectos: tipo de margen y tamaño foliar:

- **Tipo de margen:** el estudio fisonómico a partir del tipo de margen foliar fue esbozado por BAILEY & SINNOT (1915, 1916). Estos autores exponen que entre los árboles y arbustos de medios tropicales y subtropicales, el número de especies de angiospermas con márgenes enteros es predominante; siendo numéricamente superior a las angiospermas con hojas y folíolos de margen no entero en climas fríos y templados (como hojas de margen no entero estos autores consideran todas las variaciones de hojas y folíolos aserrado, además de las hojas lobuladas e incisas).

Esta premisa ha sido cuestionada por varios autores, ya que por una parte sólo parece cumplirse en el Hemisferio Norte, pues en el Hemisferio Sur, en climas frescos y fríos, es más alto el número de angiospermas con márgenes foliares enteros (AXELROD & BAILEY, 1969). Por otra parte, investigadores como DOLPH (1978, 1979), demostraron que actualmente en bosques tropicales de Costa Rica, la variación en el porcentaje de especies de angiospermas con hojas de márgenes enteros no está ni continua, ni estrechamente correlacionada con las variables climáticas. Luego en esta zona, la teoría desarrollada por BAILEY & SINNOT (1915, 1916), no parece que pueda llegar a sustentarse. No obstante, Dolph reconocía que debería continuar con sus investigaciones.

A pesar de todas las críticas vertidas, WOLFE (1978) y SPICER (1989a) aseveraban que estudiando el tipo de margen foliar de los componentes de una flora podemos llegar a inferir la temperatura media anual. Según SPICER (1989a), un incremento de un 3% en especies con hojas de margen entero, se correlaciona con un incremento de 1°C en la temperatura media anual; y un porcentaje de especies con margen entero de alrededor de un 60%, es característico de una isoterma de 20°C.

Por último, WOLFE (1971), decía que para que los datos sobre paleotemperaturas puedan ser inferidos estadísticamente a partir de las características del margen foliar, deberíamos estudiar una asociación tafonómica de 30 o más especies.

- **Tamaño foliar:** los trabajos que se realizaban en la primera mitad de nuestro siglo sobre los tipos de vegetación llevaron a RAUNKIAER (1934) a describir 5 tipos foliares basados en superficies, que podían relacionarse con el clima.

Más adelante se demostró que una reducción de la humedad relativa del ambiente en un 58-50% en combinación con una gran variación en la temperatura producía hojas pequeñas en *Pisum sativum* L. Luego, según FERGUSON (1971), parece que el tamaño de la hoja puede correlacionarse con efectos de las temperaturas.

Además, SPICER (1981a), explicaba que hojas de gran tamaño con gran superficie sugieren ausencia de limitaciones de agua durante la estación de crecimiento; y todo lo contrario acerca de las hojas con superficie muy pequeña (hay que hacer notar que la sequía que sufren las plantas puede ser debida tanto a condiciones climáticas como fisiológicas).

Los cinco tipos foliares de RAUNKIAER (1934), resultaban de multiplicar consecutivamente por 9 de una forma exponencial una hoja pequeña de unos 25 mm² de superficie. De esta forma se definieron siguientes tipos:

- Leptófilos: $\approx 25 \text{ mm}^2$.
- Nanófilos: $25\text{-}225 \text{ mm}^2$.
- Micrófilos: $225\text{-}2.025 \text{ mm}^2$.
- Mesófilos: $2.025\text{-}18.225 \text{ mm}^2$.
- Megáfilos: $18.225\text{-}164.025 \text{ mm}^2$.

En 1959, WEBB tras estudiar de una forma fisonómica los ecosistemas boscosos de Australia, creía conveniente crear un nuevo tipo foliar dividiendo las hojas mesófilas en dos grupos:

- notófilas, que presentarían una superficie de $2.025\text{-}7,6 \text{ mm}^2$.

- mesófilas propiamente dichas, con 7,6-18.225 mm².

La ordenación de las hojas según sus tallas se correlaciona con la media anual de precipitaciones. Éste es un dato muy importante a tener en cuenta en el estudio de distintos ecosistemas vegetales. Por esto se han realizado numerosos trabajos sobre el tema tanto desde un punto de vista paleobotánico (FERGUSON, 1971; WOLFE, 1978; FERNÁNDEZ MARRÓN, 1973b; ÁLVAREZ RAMIS, 1983; CRISTOPHEL & GREENWOOD, 1989, entre otros) como neobotánico (WEBB, 1959, 1968; DOLPH, 1978; DOLPH & DILCHER, 1980).

Como conclusión al estudio fisonómico de la flora actual teniendo en cuenta el tipo de margen de la hoja y el tamaño foliar, AXELROD & BAILEY (1969), desarrollaron el siguiente esquema analizando únicamente al componente arbóreo de la vegetación mundial y sin considerar el régimen de precipitaciones:

Clima (categoría térmica)	Tipo de margen y talla foliar considerando taxones dominantes
Caluroso	hojas de grandes a muy grandes, con típicos márgenes enteros.
Cálido	hojas grandes, la mayoría con márgenes enteros.
Templado	hojas de tamaño medio, algunas con márgenes enteros, muchas con márgenes aserrados o lobulados.
Fresco	hojas pequeñas, típicamente aserradas en el Hemisferio Norte, pero mayormente enteras en el Hemisferio Sur.
Frío	dominan las hojas aciculares en el Hemisferio Norte, la mayoría de las angiospermas presentan hojas muy pequeñas, a menudo aserradas, aunque algunas tienen hojas enteras. En el Hemisferio Sur aparecen muchas plantas con hojas pequeñas y márgenes enteros.
Muy frío	zona sin árboles.

Otros datos fisonómicos que han tenido en consideración algunos autores como FERGUSON (1971), WOLFE (1978) y BOYD (1994) son: la presencia de ápices muy

atenuados e hidatodos (propios de plantas tropicales, indican condiciones húmedas de sotobosque), porcentaje de hojas palmadas con base cordada (señalan condiciones de sotobosque húmedas, son propias de plantas lianoides), hojas lobuladas (propias de condiciones de sotobosque húmedas o sucesionales), presencia de nervios marginales (indicadores de climas tropicales o subtropicales), ápices emarginados o redondeados (típicos de condiciones cálidas), hojas estenófilas (propias de zonas secas o con heladas), hojas anchas perennifolias (sugieren condiciones húmedas y cálidas, pero pueden ser halladas con baja diversidad en condiciones templadas-frías y climas desérticos) y características generales de la nerviación (hojas rectipinnadas y palmadas son indicativas de climas templados).

Para terminar este apartado debemos apuntar que la fisonomía foliar de los depósitos fósiles no puede ser comparada directamente con la fisonomía de las plantas actuales (ROTH & DILCHER, 1978; WOLFE, 1978), ya que se deben tener en cuenta los factores tafonómicos que fueron descritos en el capítulo correspondiente. La información fisonómica de la vegetación nos ofrece una visión mucho más ajustada de las condiciones climáticas que existían en la zona de estudio que la división de los palinomorfos en grupos térmicos. No obstante debemos destacar que entre los macrorrestos hallados, del mismo modo que en el caso de los palinomorfos, son los taxones mesotérmicos (entre los que destacamos: *Glyptostrobus europaeus*, cf. *Ocotea* sp., *Persea princeps*, Lauraceae, Hamamelidaceae, *Zelkova zelkovaefolia*, Juglandaceae, *Myrica lignitum*, *Myrica marginalis*, *Quercus drymeja*, *Quercus mediterranea*, *Carpinus neilreichii*, *Ostrya* sp., *Buxus pliocenica*, *Acer integerrimum* y *Smilax hastata*) y los meso/microtérmicos (entre los que se encuentran: *Juniperus* sp., *Tsuga moenana*, *Ulmus* sp., *Fagus gussonii*, *Fagus pristina*, *Quercus hispanica*, *Carpinus grandis*, *Tilia vidali*, *Cornus* sp. y *Typha latissima*) los que aparecen mayormente representados.

Debemos destacar también la ausencia total de elementos megatérmicos y la poca cantidad de taxones mega/mesotérmicos hallada, entre los que destacamos *Caesalpinia* sp. y Arecaceae. Es posible que ningunos de los taxones colectados debiera considerarse microtermal. Finalmente se ha determinado un conjunto de taxones difíciles de englobar en cualquiera de estas categorías, como *Pinus* sp., *Alnus occidentalis*, *Betula insignis*, *Populus tremulaefolia*, *Salix lavateri*, *Trapa ceretana*, *Acer pyrenaicum*, *Acer pseudocampestre*, *Potamogeton orbiculare*, etc...

6.3.2- Hábito: al igual de lo que ocurre con los palinomorfos, el componente macroflorístico que aparece mayoritariamente representado en un afloramientos siempre es

el arbóreo, estando restringido el herbáceo a taxones acuáticos o ribereños. Esto se debe a los efectos del transporte que ya han sido comentados en el capítulo de Tafonomía.

6.3.3- Hábitat: al igual que lo explicado en el caso de los palinomorfos, entre la macroflora encontramos elementos démicos y autóctonos, que se corresponderían con los taxones acuáticos; démicos y alóctonos, entre los cuales se encontrarían los ribereños; y adémicos y alóctonos, que estarían fundamentalmente representados por los taxones que habitaron en zonas donde la influencia lacustre y fluvial no era tan acusada. La inmensa mayoría de los restos estudiados proceden de plantas que habitaban en los "lowlands", según la nomenclatura propuesta por PFEFFERKORN (1980).

Se ha apuntado anteriormente que para que queden fosilizadas las hojas de un árbol, éstas deben crecer en un perímetro de 50 m de anchura alrededor de un cuerpo de agua (SPICER, 1989b). Por esta razón, será muy difícil hallar restos de taxones que se desarrollaron en los "uplands". En esto el estudio de los macrorrestos se diferencia del de los granos de polen. También debemos resaltar que entre los palinomorfos encontramos taxones exóticos que se desarrollaron en zonas alejadas geográficamente del lugar de estudio, como por ejemplo *Liquidambar*. Debido a un problema de limitación de la capacidad del transporte de los macrorrestos los elementos exóticos no están representados en la Cerdaña a partir de este tipo de fósiles.

6.3.4- Abundancias: en el sentido paleontológico de mayor representatividad de un taxón en un afloramiento, aunque la mayor presencia de éste no indique que fuera dominante en el sentido ecológico, pudiendo ser debido a un problema tafonómico. CHANEY (1959) clasificaba a todas las especies encontradas como: abundantes (>6,66%), comunes (0,45-6,66%), casuales (0,09-0,44%) y raras (<0,09%).

KRASILOV (1975), propuso un método para comparar la frecuencia de aparición de un taxón en diferentes yacimientos y el conjunto de la flora fósil de una región. Para esto halla en primer lugar la frecuencia de cada especie (o género) en un afloramiento determinado a partir de la siguiente fórmula:

$$F_a = \frac{N_a \times 100}{N}$$

En donde N_a es el número de especímenes colectados de la especie "a" en un determinado afloramiento, y N, el número total de ejemplares.

Después de hallar las frecuencias de cada taxón en cada afloramiento, deberemos hallar la media de frecuencias para cada taxón (F_{ax}), y la desviación, que se obtiene restando de la frecuencia máxima de cada especie la correspondiente frecuencia media ($F_{a\text{máx.}} - F_{ax}$). Estos cálculos según KRASILOV (1975), nos hacen inferir los taxones probablemente dominantes.

El método descrito se ha utilizado en el estudio de floras mesozoicas, por ejemplo, la del Jurásico de Kamenka (Rusia); y hasta el momento no se ha usado en estudios terciarios. Hay que tener en cuenta que los resultados obtenidos deben tomarse con prudencia y tienen que ser ponderados con los datos tafonómicos que podamos haber inferido en cada afloramiento.

7. DESCRIPCIÓN DE LOS AFLORAMIENTOS ESTUDIADOS

7.1. ABANICOS ALUVIALES

Se han reconocido mediante estudios sedimentológicos (ROCA, 1986), y están representados por las minas de Sanavastre y Sampsor, y los afloramientos del vertedero de Sampsor, gravera de Pi, Oliá, camino al Serrat de Nas y Can Vilella.

7.1.1. MINA DE SANAVASTRE (mina Mercedes; Fig. 73)

Se han recogido muestras en cada nivel para realizar análisis palinológicos. De igual manera, se han colectado macrorrestos vegetales. Un estudio previo de estos fue realizado por SANZ DE SIRIA (1980) quien describió 13 especies a partir de hojas. A diferencia de este autor, únicamente hemos hallado restos de *Trapa ceretana* en el nivel B.

En los materiales de esta mina se han colectado restos de *Hipparion primigenium cataunicum*, especie característica del Vallesiense (GOLPE-POSSE, 1981; AGUSTÍ & ROCA, 1987), aunque los autores citados no explicaron en qué nivel fueron encontrados.

- **Microflora:** en este apartado vamos a exponer los resultados del análisis palinológico, nivel por nivel, de la mina de Sanavastre.

Nivel A:

En este nivel, constituido por lignitos, se han contabilizado 947 granos de los cuales se han llegado a determinar 881, lo que representa un 93,03% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran como indeterminados, están agrupados en: indeterminados inaperturados (0,53%), otros indeterminados (0,21%) e indeterminables (6,23%). La riqueza polínica de este nivel es de 175.370,37 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuye en 21 taxones: 4 de criptógamas, 4 de gimnospermas y 13 de angiospermas (10 arbóreas y 3 herbáceas). Debiéndose resaltar que un 61,90% de estos poseen anemofilia, frente a un 19,04% con entomofilia. El resto (19,06%) corresponde a las esporas, las cuales tienen una dispersión fundamentalmente hidrófila, y a taxones como *Salix*, que pueden presentar dispersión anemófila y entomófila.

Si se observa la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes, se acusa una dominancia clara de las criptógamas frente a gimnospermas y angiospermas:

Criptógamas = 88,76%

Gimnospermas = 1,25%

Angiospermas = 9,99%

Entre las criptógamas hemos de indicar la presencia de Marchantiales, *Laevigatosporites*, esporas de Osmundaceae y triletas indeterminadas. En el diagrama polínico se han incluido en "otras arbóreas", debido a su escasa representación, a los géneros *Celtis* y *Buxus*.

Entre las taxodiáceas hemos detectado únicamente la presencia del tipo *Taxodium*.

Si consideramos la totalidad de los palinomorfos hallados, los taxones no arbóreos dominan en más de un 85%, dada la alta representación de criptógamas. Si no se tuvieran en cuenta las esporas, este porcentaje cambiaría, siendo los taxones arbóreos mayoritarios con algo más de un 60% frente a los no arbóreos. Si, dado su carácter anemófilo, eliminamos a Pinaceae, hallamos que las arbóreas (56,52%) vuelven a encontrarse en mayor proporción que las no arbóreas (43,48%).

Nivel B:

Este nivel está constituido por lutitas grises, y en él se han contabilizado 896 granos de los cuales se han llegado a determinar 776, lo que representa un 86,61% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran indeterminados, están agrupados en: indeterminados inaperturados (0,22%), otros indeterminados (0,45%) e indeterminables (12,72%). La riqueza polínica obtenida es de: 135.692,77 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuye en 36 taxones: 2 de criptógamas, 5 de gimnospermas y 29 de angiospermas (22 arbóreas y 7 herbáceas). Entre los taxones estudiados el 55,55% eran anemófilos frente a 38,89% entomófilos. El resto (5,56%) corresponde a las esporas, que presentan fundamentalmente una dispersión hidrófila, y a taxones con varios tipos de polinización.

Si observamos la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes, acusamos que las gimnospermas tienen un porcentaje algo más alto que las angiospermas, y que las criptógamas poseen una baja representación:

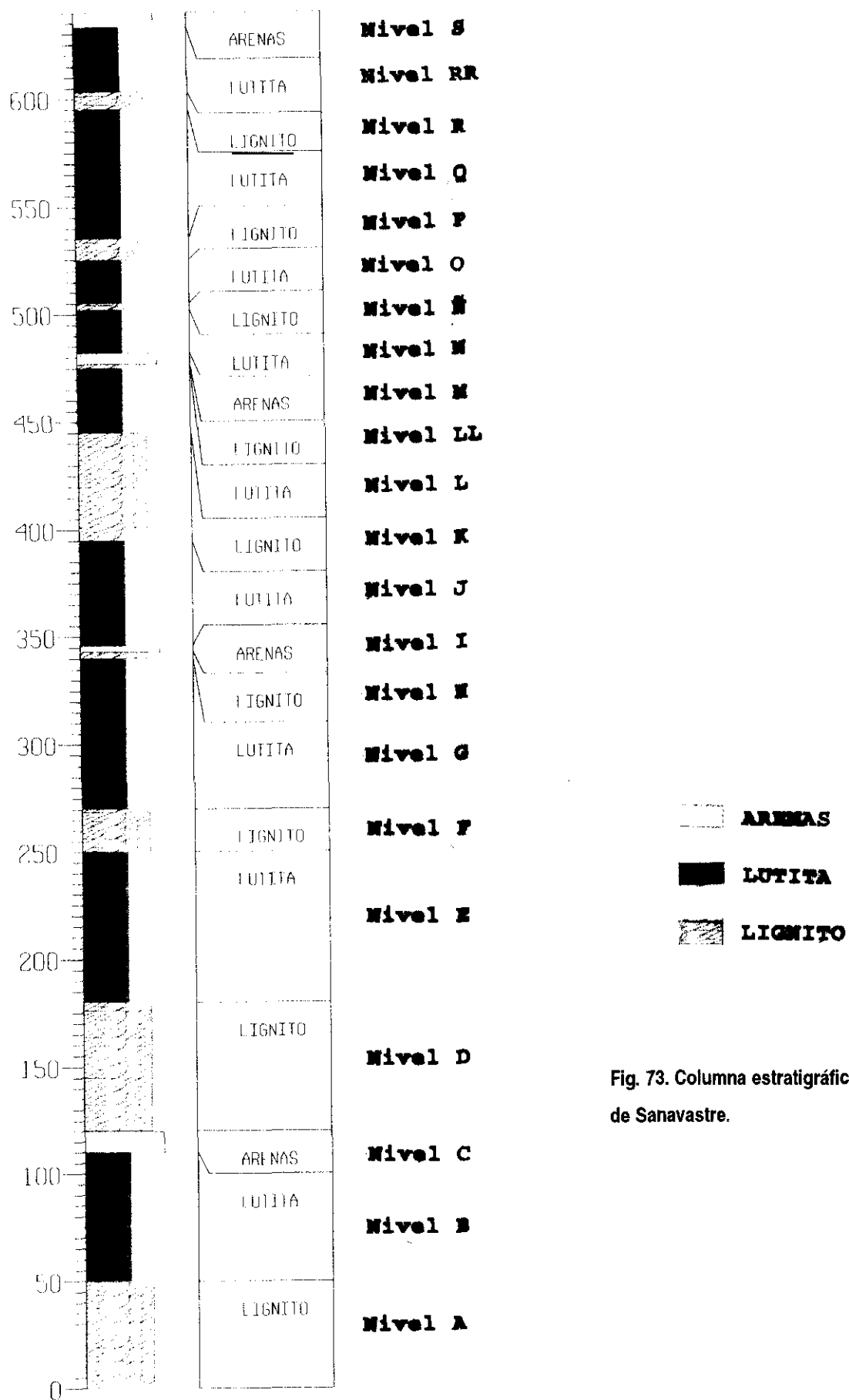


Fig. 73. Columna estratigráfica de la Mina de Sanavastre.

Criptógamas = 3,74%

Gimnospermas = 50,77%

Angiospermas = 45,49%

Las criptógamas aparecen pobremente representadas por *Laevigatosporites* y esporas de Osmundaceae. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas": *Picea*, *Myrica*, *Juglans*, *Carpinus*, *Cornus*, *Buxus*, *Rhamnus*, *Acer*, *Fraxinus*, tipo *Robinia* y Oleaceae indet.; y como "otras no arbóreas": Chenopodiaceae-Amaranthaceae, Cistaceae indet. y Lamiaceae.

Entre las taxodiáceas hemos detectado únicamente la presencia del tipo *Taxodium*.

Si consideramos la totalidad de los palinomorfos hallados, los taxones arbóreos dominan numéricamente en más de un 80%. Si eliminamos de estos cálculos esporas y Pinaceae el resultado es similar: 84,38% de AP frente a 15,62% de NAP.

Nivel C:

Este nivel está constituido por una mezcla de arenas y lutitas de color verde, y en él se han contabilizado 716 granos de los cuales se han llegado a determinar 612, lo que representa un 85,47 % del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran indeterminados, están agrupados en: indeterminados inaperturados (0,98%), otros indeterminados (0,84%) e indeterminables (14,28%). La riqueza polínica obtenida es de: 166.200 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuye en 36 taxones: 2 de criptógamas, 6 de gimnospermas y 28 de angiospermas (20 arbóreas y 8 herbáceas). Entre los taxones estudiados el 61,11% eran anemófilos frente a 33,33% entomófilos. El resto (5,56%) corresponde a las esporas, que presentan fundamentalmente una dispersión hidrófila, y a taxones con varios tipos de dispersión polínica.

Si observamos la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes, se aprecia que las angiospermas presentan un porcentaje mayor que las gimnospermas, y que las criptógamas poseen una representación casi anecdótica:

Criptógamas = 0,77%

Gimnospermas = 20,43%

Angiospermas = 78,8%

Las criptógamas aparecen pobremente representadas por Osmundaceae y

Laevigatosporites. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas": *Cedrus*, *Picea*, *Platanus*, *Myrica*, *Carpinus*, *Celtis*, *Tilia*, *Cornus*, *Acer*, *Fraxinus*, tipo *Robinia*, Oleaceae indet. y Arecaeae; y como "otras no arbóreas": Ranunculaceae, Caryophyllaceae y Liliaceae.

Entre las taxodiáceas únicamente hemos detectado la presencia del tipo *Taxodium*.

Si tenemos en cuenta la totalidad de los palinomorfos encontrados, los taxones arbóreos dominan en casi un 85% a los no arbóreos. Si no tenemos en consideración ni esporas ni Pinaceae, los taxones no arbóreos continúan teniendo mayor presencia (81,29% de AP frente a 18,71% de NAP).

Nivel D:

Se encuentra formado por lignitos, y en él se han contabilizado 770 granos de los cuales se han llegado a determinar 750, lo que representa un 97,40% del total. El resto de los palinomorfos estudiados (2,60%) son indeterminables, aunque en el diagrama polínico se incluyen en indeterminados. La riqueza polínica obtenida es de: 123.394 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuye en 22 taxones: 4 de criptógamas, 3 de gimnospermas y 15 de angiospermas (10 arbóreas y 5 herbáceas). Entre los taxones estudiados el 54,54% eran anemófilos frente a 27,27% entomófilos. El resto (18,19%) corresponde a las esporas, que presentan fundamentalmente una dispersión hidrófila y a taxones con varios tipos de dispersión polínica.

Si observamos la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes, es apreciable el elevado porcentaje de las criptógamas en relación a angiospermas y gimnospermas:

Criptógamas = 68,4%

Gimnospermas = 7,33%

Angiospermas = 24,27%

Entre las criptógamas se destacan Marchantiales, *Laevigatosporites* y esporas de Osmundaceae y triletas sin determinar. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas": *Juglans*, *Tilia* y *Acer*; y como "otras no arbóreas": Caryophyllaceae y Apiaceae.

Entre las taxodiáceas hemos detectado únicamente la presencia del tipo *Taxodium*.

Si consideramos la totalidad de los taxones hallados, los no arbóreos dominan en más

de un 90%, dado el alto porcentaje de esporas. Si éstas no se tuvieran en cuenta, el porcentaje permanecería casi inalterable. Lo mismo ocurriría si elimináramos las pináceas, dado el carácter anemófilo y la superproducción de polen de estas plantas (92,15% de AP frente a 7,85% de NAP).

Nivel E:

Este nivel está constituido por lutitas grises, y en él se han contabilizado 1.436 granos de los cuales se han llegado a determinar 1.408, lo que representa un 98,05 % del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran indeterminados, se agrupan en indeterminados inaperturados (0,069%), otros indeterminados (0,069%) e indeterminables (1,81%). La riqueza polínica obtenida es de: 266.294,7925 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuye en 29 taxones: 3 de criptógamas, 5 de gimnospermas y 21 de angiospermas (13 arbóreas y 8 herbáceas). Entre los taxones estudiados el 68,96% eran anemófilos frente a 20,69% entomófilos. El resto (10,35%) corresponde a las esporas, que presentan fundamentalmente una dispersión hidrófila, y a taxones con varios tipos de dispersión polínica.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes, se aprecia que las angiospermas presentan un porcentaje bastante más alto que las gimnospermas, y que las criptógamas poseen una baja proporción:

Criptógamas = 5,61%

Gimnospermas = 10,79%

Angiospermas = 83,6%

Las criptógamas aparecen pobremente representadas por *Laevigatosporites* y esporas de Osmundaceae y triletas indeterminadas. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas": *Cedrus*, *Juglans*, *Myrica*, *Buxus* y Arecaceae; y como "otras no arbóreas": Cyperaceae.

Entre las taxodiáceas hemos detectado únicamente la presencia del tipo *Taxodium*.

Si consideramos la totalidad de los palinomorfos hallados, los taxones no arbóreos dominan en más de un 70%. Si no se tuviera en cuenta a las esporas este porcentaje casi no cambia.

Nivel F:

Este nivel está constituido por lignitos, y en él se han contabilizado 2398 granos de los cuales se han llegado a determinar 2.348, lo que representa un 97,91% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran indeterminados, se dividen en: indeterminados inaperturados (0,083%), otros indeterminados (0,17%) e indeterminables (1,83%). La riqueza polínica obtenida es de: 447.592,59 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuye en 33 taxones: 3 de criptógamas, 5 de gimnospermas y 25 de angiospermas (15 arbóreas y 10 herbáceas). Entre los taxones estudiados el 57,57% eran anemófilos frente a 33,33% entomófilos. El resto (9,19%) corresponde a las esporas, que fundamentalmente poseen una dispersión hidrófila, y a taxones con varios tipos de dispersión polínica.

Si observamos la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes, obtenemos los siguientes porcentajes:

Criptógamas = 59,37%

Gimnospermas = 8,43%

Angiospermas = 32,2%

Entre la criptógamas, debemos destacar la presencia de *Laevigatosporites*, esporas de Osmundaceae y triletas indeterminadas. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas": *Cedrus*, *Myrica*, *Celtis*, *Tilia*, *Elaeagnus* y Oleaceae; y como "otras no arbóreas": *Cistus*, Caryophyllaceae y Liliaceae.

Entre las taxodiáceas únicamente hemos detectado la presencia del tipo *Taxodium*.

Si tenemos en cuenta todos los palinomorfos contados, los elementos no arbóreos dominan numéricamente sobre los arbóreos. Si no consideramos la alta proporción de esporas, tanto si eliminamos o no las pináceas, el porcentaje de elementos arbóreos es mucho más alto que el de no arbóreos (sin contar ni esporas ni Pinaceae: 92,55% de AP frente a 7,45% de NAP).

Nivel G:

Este nivel está constituido por lutitas grises, y en él se han contabilizado 9.829 granos de los cuales se han llegado a determinar 9.587, lo que supone un 97,49% del total. El resto

de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran indeterminados, están agrupados en: indeterminados inaperturados (0,061%), otros indeterminados (0,23%) e indeterminables (2,24%). La riqueza polínica obtenida es de: 1.864.393,939 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuye en 65 taxones: 6 de criptógamas, 7 de gimnospermas y 52 de angiospermas (31 arbóreas y 21 herbáceas). Entre los taxones estudiados el 38,46% eran anemófilos frente a 52,31% entomófilos. El resto (9,23%) corresponde a las esporas, que presentan fundamentalmente una dispersión hidrófila, y a otros taxones como *Nyssa* cuyos granos de polen se dispersan tanto por medio de insectos como por el viento.

Si observamos la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes, las criptógamas poseen el porcentaje más alto, presentando las angiospermas unos porcentajes similares:

Criptógamas = 49,19%

Gimnospermas = 6,31%

Angiospermas = 44,5%

Dentro de las criptógamas destacan las esporas de Osmundaceae con un 48,69% sobre el total de granos determinados. Además hay que mencionar la presencia de *Lycopodium*, *Laevigatosporites*, *Polypodiaceoisporites*, tipo *Polypodium* y esporas triletas que no se han llegado a determinar.

En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas": *Abies*, *Picea*, *Ephedra*, *Platanus*, *Myrica*, *Carpinus*, *Tilia*, *Ilex*, *Rhamnus*, *Acer*, *Buxus*, *Hedera*, *Parthenocissus*, *Fraxinus*, *Olea*, *Phyllirea*, *Sambucus*, *Viburnum*, tipo *Robinia*, Clethraceae-Cyrillaceae y Oleaceae indet.; y como "otras no arbóreas": Ranunculaceae, *Polygonum*, *Cistus*, *Myriophyllum*, *Euphorbia*, *Phlomis*, *Valeriana*, Caryophyllaceae, Amaranthaceae-Chenopodiaceae, Cistaceae indet., Thymelaeaceae, Apiaceae, Cyperaceae y Liliaceae.

Entre las taxodiáceas hemos detectado únicamente la presencia del tipo *Taxodium*.

Sin tener en cuenta la alta concentración de esporas, tanto si consideramos a Pinaceae, como si no, el porcentaje de elementos arbóreos es mucho más alto que el de no arbóreos (sin estimar ni esporas ni Pinaceae: 95,38% de AP frente a 4,62% de NAP).

Nivel H:

Este nivel, constituido por lignitos, aunque fértil tiene un contenido esporopolínico no representativo.

Nivel I:

Este nivel está constituido por arenas y lutitas de color verde. En él se han contabilizado 876 granos de los cuales se han llegado a determinar 823, lo que representa un 93,95% del total. El resto de los palinomorfos estudiados (6,05%) son indeterminables, aunque en el diagrama polínico se incluyen en indeterminados. La riqueza polínica de este nivel es de 175.198,41 granos/gramo de sedimento

Los palinomorfos determinados se distribuye en 36 taxones: 3 de criptógamas, 5 de gimnospermas y 28 de angiospermas (16 arbóreas y 12 herbáceas). Entre los taxones estudiados el 55,55% eran anemófilos frente a 36,11% entomófilos. El resto (8,34%) corresponde a las esporas, que presentan fundamentalmente una dispersión hidrófila, y a taxones con varios tipos de dispersión polínica.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes, se aprecia que las gimnospermas presentan un porcentaje más alto que las angiospermas, y que las criptógamas poseen una buena representación:

Criptógamas = 18,47%

Gimnospermas = 55,41%

Angiospermas = 26,12%

Entre las criptógamas se deben destacar las Osmundaceae, con un 17,37% sobre el total. También hay que mencionar a *Laevigatosporites* y al tipo *Polypodium*.

En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas": *Abies*, *Myrica*, *Juglans*, *Acer*, *Parthenocissus* y *Fraxinus*; y como "otras no arbóreas": Ranunculaceae, *Polygonum*, Caryophyllaceae, Cistaceae indet. y Apiaceae.

Entre las taxodiáceas hemos detectado solamente la presencia del tipo *Taxodium*.

Si consideramos la totalidad de los palinomorfos hallados, los taxones arbóreos dominan en un 70%. Si eliminamos las esporas, este porcentaje se eleva hasta casi un 90%. Y, finalmente, si no tenemos en cuenta Pinaceae obtenemos un 84,33% de AP frente a un 15,67% de NAP.

Nivel J:

Este nivel está constituido por lutitas grises, y en él se han contabilizado 2.418 granos de los cuales se han llegado a determinar 2.305, lo que representa un 95,33% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran indeterminados, se distribuyen en: indeterminados inaperturados (0,16%), otros indeterminados (0,16%) e indeterminables (4,34%). La riqueza polínica obtenida es de: 460.496,1775 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuye en 51 taxones: 5 de criptógamas, 7 de gimnospermas y 39 de angiospermas (25 arbóreas y 14 herbáceas). Entre los taxones estudiados el 43,14% eran anemófilos frente a 47,06% entomófilos. El resto (9,8%) corresponde a las esporas, que presentan fundamentalmente una dispersión hidrófila.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes, se aprecia, como en el nivel anterior, que las gimnospermas son las que poseen una mayor proporción, seguidas por las angiospermas:

Criptógamas = 3,6%

Gimnospermas = 53,88%

Angiospermas = 42,52%

Las criptógamas aparecen representadas por *Laevigatosporites*, *Polypodiaceoisporites*, *Polypodysporites favus*, tipo *Polypodium* y esporas de Osmundaceae. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas": *Abies*, *Cedrus*, *Platanus*, *Myrica*, *Platycarya*, *Carpinus*, *Celtis*, *Tilia*, *Buxus*, *Cornus*, *Acer*, *Ilex*, *Fraxinus*, *Viburnum* y tipo *Robinia*,; y como "otras no arbóreas": Ranunculaceae, *Euphorbia*, *Valeriana*, Caryophyllaceae, Amaranthaceae-Chenopodiaceae, Cistaceae indet., Apiaceae, Cyperaceae y Liliaceae.

Entre las taxodiáceas hemos detectado únicamente la presencia del tipo *Taxodium*.

Si tenemos en cuenta el total de los palinomorfos hallados, los taxones arbóreos dominan en más de un 90% sobre los no arbóreos. Sin considerar esporas y Pinaceae, el porcentaje de taxones arbóreos sigue siendo el más alto (86,81% de AP frente a 13,19% de NAP).

Nivel K:

Este nivel está compuesto por lignitos, y en él se han contabilizado 1.271 granos de los cuales se han llegado a determinar 1.223, lo que representa un 96,22% del total. El resto

de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran indeterminados, se agrupan en indeterminados (0,078%) e indeterminables (3,70%). La riqueza polínica obtenida es de: 234.259,2593 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuye en 33 taxones: 3 de criptógamas, 6 de gimnospermas y 24 de angiospermas (12 arbóreas y 12 herbáceas). Entre los taxones estudiados el 57,57% eran anemófilos frente a 30,30% entomófilos. El resto (12,13%) corresponde a las esporas, que poseen fundamentalmente una dispersión hidrófila, y a taxones con varios tipos de polinización.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes, se aprecia que las angiospermas son las que presentan un mayor porcentaje, seguidas por criptógamas y gimnospermas:

Criptógamas = 28,62%

Gimnospermas = 14,47%

Angiospermas = 56,91%

Las criptógamas aparecen representadas fundamentalmente por *Laevigatosporites* y esporas de Osmundaceae, aunque de forma escasa se han encontrado otras esporas triletas indeterminadas. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas": *Ephedra*, *Juglans*, *Carpinus*, *Tilia*, *Fraxinus* y tipo *Robinia*; y como "otras no arbóreas": Ranunculaceae, *Myriophyllum*, Caryophyllaceae, Amaranthaceae-Chenopodiaceae, Apiaceae y Liliaceae.

Entre las taxodiáceas hemos detectado la presencia del tipo *Taxodium*, y de una forma puntual la del tipo *Sequoia*.

Si consideramos la totalidad de los palinomorfos hallados, observamos que los taxones arbóreos dominan en más de un 70% sobre los no arbóreos. Si eliminamos esporas y Pinaceae, obtenemos los mismos resultados (84,84% de AP frente a 15,16% de NAP).

Nivel L:

Este nivel está constituido por lutitas grises, y en él se han contabilizado 1.763 granos de los cuales se han llegado a determinar 1.691, lo que representa un 95,91% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran indeterminados, se agrupan en: indeterminados inaperturados (0,056%), otros indeterminados (0,23%) e indeterminables (3,80%). La riqueza polínica obtenida es de: 326.851,8519

granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuye en 52 taxones: 4 de criptógamas, 9 de gimnospermas y 39 de angiospermas (27 arbóreas y 12 herbáceas). Entre los taxones estudiados el 50% eran anemófilos frente a 38,46% entomófilos. El resto (11,54%) corresponde a las esporas, que presentan fundamentalmente una dispersión hidrófila, y a taxones con distintos tipos de dispersión polínica.

La distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes es la siguiente:

Criptógamas = 6,62%

Gimnospermas = 20,22%

Angiospermas = 73,16%

Entre las criptógamas se ha encontrado una abundante representación *Laevigatosporites* y esporas de Osmundaceae. De una forma mucho más escasa ha sido detectada la presencia del tipo *Polypodium* y de esporas triletas que no se han podido identificar. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas": *Abies*, *Cedrus*, *Ephedra*, *Carpinus*, *Juglans*, *Myrica*, *Celtis*, *Tilia*, *Cornus*, *Buxus*, *Ilex*, *Acer*, *Parthenocissus*, *Fraxinus*, *Olea*, *Sambucus* y tipo *Robinia*.; y como "otras no arbóreas": Ranunculaceae, Caryophyllaceae, Amaranthaceae-Chenopodiaceae, Viscaceae, Apiaceae, Lamiaceae y Liliaceae.

Entre las taxodiáceas hemos detectado la presencia del tipo *Taxodium*, y de una forma puntual la del tipo *Sequoia*.

Si tenemos en cuenta la totalidad de los granos hallados, observamos que los taxones arbóreos dominan en más de un 75% sobre los no arbóreos. Si eliminamos a las esporas, obtenemos los mismos resultados, y también llegamos a idénticas conclusiones si no estimamos Pinaceae (81,71% de AP frente a 18,29% de NAP).

Nivel LL:

Este nivel está formado por lignitos, y en él se han contabilizado 5.276 granos de los cuales se han llegado a determinar 5.158, lo que representa un 97,76% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran indeterminados, se agrupan en: indeterminados (0,19%) e indeterminables (2,05%). La riqueza polínica obtenida es de: 976.111,1111 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuye en 47 taxones: 3 de criptógamas, 9 de

gimnospermas y 35 de angiospermas (22 arbóreas y 13 herbáceas). Entre los taxones estudiados el 57,45% eran anemófilos frente a 36,17% entomófilos. El resto (6,38%) corresponde a las esporas, que presentan fundamentalmente una dispersión hidrófila, y a distintos taxones con varios tipos de dispersión polínica.

Si observamos la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes, se aprecia, como en los dos niveles anteriores y seguramente por las mismas razones, una mayor proporción de angiospermas:

Criptógamas = 1,90%

Gimnospermas = 28,42%

Angiospermas = 69,68%

Las criptógamas aparecen pobremente representadas por *Laevigatosporites* y esporas de Marchantiales y Osmundaceae. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas": *Abies*, *Cedrus*, *Ephedra*, *Juglans*, *Platycarya*, *Myrica*, *Carpinus*, *Tilia*, *Acer*, *Ilex*, *Parthenocissus*, *Fraxinus*, tipo *Robinia* y Oleaceae; y como "otras no arbóreas": Ranunculaceae, *Phlomis*, Caryophyllaceae, Amaranthaceae-Chenopodiaceae, Apiaceae y Cyperaceae.

Entre las taxodiáceas hemos detectado la presencia del tipo *Taxodium*, y de una forma puntual la del tipo *Sequoia*.

Tanto si consideramos el total de granos determinados como si eliminamos de este total esporas y Pinaceae, el porcentaje de taxones arbóreos supera en más de un 90% al de no arbóreos (sin tener en cuenta esporas y Pinaceae: 93,76% de AP frente a 6,24% de NAP).

Nivel M:

Este nivel está formado por arenas y lutitas verdes, y en él se han contabilizado 607 granos de los cuales se han llegado a determinar 584, lo que representa un 96,21% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran indeterminados, se agrupan en: indeterminados (0,16%) e indeterminables (3,62%). La riqueza polínica obtenida es de: 112.000 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuye en 22 taxones: 4 de criptógamas, 5 de gimnospermas y 13 de angiospermas (7 arbóreas y 6 herbáceas). Entre los taxones estudiados el 63,63% eran anemófilos frente a 18,19% entomófilos. El resto (18,19%) corresponde a las esporas, que presentan fundamentalmente una dispersión hidrófila, y a taxones con varios

tipos de polinización.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes, se aprecia que las criptógamas son las que presentan un porcentaje mayor:

Criptógamas = 47,6%

Gimnospermas = 32,87%

Angiospermas = 19,52%

Las criptógamas aparecen representadas por: *Laevigatosporites*, esporas de Osmundaceae, monoletas y triletas indeterminadas. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas": *Cedrus*, *Myrica*, *Buxus* y *Fraxinus*.

Entre las taxodiáceas hemos detectado únicamente la presencia del tipo *Taxodium*.

Existe una ligera preponderancia del elemento no arbóreo. Aunque, si no tenemos en consideración ni esporas ni Pinaceae, domina claramente el arbóreo (70,34% de AP frente a 29,66% de NAP).

Nivel N:

Este nivel está constituido por lutitas grises, y en él se han contabilizado 4.374 granos de los cuales se han llegado a determinar 4.329, lo que representa un 98,97% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran indeterminados, se agrupan en indeterminados inaperturados (0,023%), otros indeterminados (0,023%) e indeterminables (0,98%). La riqueza polínica obtenida es de: 1.149.212,595 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuye en 39 taxones: 4 de criptógamas, 7 de gimnospermas y 28 de angiospermas (18 arbóreas y 10 herbáceas). Entre los taxones estudiados el 58,97% eran anemófilos frente a 30,77% entomófilos. El resto (10,26%) corresponde a las esporas, que presentan fundamentalmente una dispersión hidrófila, y a taxones con varios tipos de polinización.

Si observamos la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes, obtenemos la siguiente distribución, en donde las criptógamas dominan sobre gimnospermas y angiospermas:

Criptógamas = 76,23%

Gimnospermas = 14,62%

Angiospermas = 9,15%

Las criptógamas aparecen representadas por *Laevigatosporites*, *Lycopodium*, esporas de Osmundaceae y triletas indeterminadas. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas": *Cedrus*, *Celtis*, *Juglans*, *Myrica*, *Cornus*, *Buxus*, *Fraxinus* y tipo *Robinia*; y como "otras no arbóreas": *Myriophyllum*, *Euphorbia*, *Geranium*, Caryophyllaceae y Primulaceae.

Entre las taxodiáceas hemos detectado la presencia del tipo *Taxodium*, y de una forma puntual la del tipo *Sequoia*.

Teniendo en cuenta todos los granos estudiados, alrededor del 80% corresponden a taxones no arbóreos. Éste porcentaje se invierte si no tenemos en cuenta las esporas ($\approx 80\%$ de taxones arbóreos). Sin valorar esporas y Pinaceae, obtenemos un 75% de AP frente a un 25% de NAP.

Nivel Ñ:

Nivel constituido por lignitos en el que se han contabilizado 2.292 granos de los cuales se han llegado a determinar 2.241, lo que supone un 97,77% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran indeterminados, se agrupan en indeterminados inaperturados (0,043%), otros indeterminados (0,22%) e indeterminables (1,96%). La riqueza polínica obtenida es de: 242.187,5 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuye en 37 taxones: 3 de criptógamas, 6 de gimnospermas y 28 de angiospermas (18 arbóreas y 10 herbáceas). Entre los taxones estudiados el 54,05% eran anemófilos frente a 40,54% entomófilos. El resto (5,41%) corresponde a las esporas, que presentan fundamentalmente una dispersión hidrófila, y a taxones con varios tipos de dispersión polínica.

Si distribuimos los especímenes en los grupos vegetales más importantes, se acusa que las angiospermas presentan un mayor porcentaje que las gimnospermas y criptógamas:

Criptógamas = 19,36%

Gimnospermas = 14,59%

Angiospermas = 66,05%

Las criptógamas aparecen representadas por: *Laevigatosporites*, esporas de Osmundaceae y triletas indeterminadas. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas": *Engelhardia*, *Myrica*, *Carpinus*, *Tilia*, *Ilex*, *Parthenocissus*, *Acer*, *Fraxinus*,

Lonicera y tipo *Robinia*,; y como "otras no arbóreas": *Polygonum*, *Amaranthaceae*-*Chenopodiaceae*, *Caryophyllaceae*, *Lamiaceae* y *Liliaceae*.

Entre las taxodiáceas hemos detectado la presencia del tipo *Taxodium*, y de una forma puntual la del tipo *Sequoia*.

Observando la totalidad de los granos estudiados, sin tener en cuenta las esporas, los taxones arbóreos dominan numéricamente en más de un 90%. Eliminando las *Pinaceae*, obtenemos un proporción muy parecida: 94,18% de AP frente a 5,82% de NAP.

Nivel O:

Este nivel está constituido por lutitas grises, y en él se han contabilizado 7.992 granos de los cuales se han llegado a determinar 7.924, lo que representa un 99,15% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran indeterminados, se agrupan en indeterminados (0,025%) e indeterminables (0,82%). La riqueza polínica obtenida es de: 1.564.843,75 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuye en 49 taxones: 6 de criptógamas, 8 de gimnospermas y 35 de angiospermas (19 arbóreas y 16 herbáceas). Entre los taxones estudiados el 51,02% eran anemófilos frente a 34,69% entomófilos. El resto (14,29%) corresponde a las esporas, que presentan fundamentalmente una dispersión hidrófila, y a taxones con varios tipos de dispersión polínica.

Si observamos la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes, obtenemos la siguiente relación:

Criptógamas = 41,45%

Gimnospermas = 29,23%

Angiospermas = 29,32%

Las criptógamas aparecen representadas por *Polypodiaceoisporites*, *Laevigatosporites*, tipo *Polypodium*, esporas de *Osmundaceae* y triletas y monoletas indeterminadas. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas": *Cedrus*, *Tsuga*, *Celtis*, *Juglans*, *Myrica*, *Carpinus*, *Tilia*, *Fraxinus*, *Phyllirea*, *Lonicera* y tipo *Robinia*,; y como "otras no arbóreas": *Ranunculaceae*, *Polygonum*, *Geranium*, *Convolvulus*, *Valeriana*, *Amaranthaceae*-*Chenopodiaceae*, *Caryophyllaceae*, *Viscaceae* y *Liliaceae*.

Entre las taxodiáceas hemos detectado la presencia del tipo *Taxodium*, y de una forma puntual la del tipo *Sequoia*.

Si tenemos en cuenta la totalidad de granos hallados con la excepción de las esporas, se observa un elevado porcentaje de AP frente a NAP (más del 80% de AP). Si en esta proporción dejamos de considerar a Pinaceae, obtenemos la siguiente relación: 76,78% de AP frente a 23,22% de NAP.

Nivel P:

Este nivel está constituido por lignitos, y en él se han contabilizado 2.375 granos de los cuales se han llegado a determinar 2.334, lo que representa un 98,27% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran indeterminados, son indeterminables (1,56%). La riqueza polínica obtenida es de: 439.074,0741 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuye en 32 taxones: 3 de criptógamas, 5 de gimnospermas y 24 de angiospermas (15 arbóreas y 9 herbáceas). Entre los taxones estudiados el 59,37% eran anemófilos frente a 31,25% entomófilos. El resto (9,38%) corresponde a las esporas, que presentan fundamentalmente una dispersión hidrófila.

Si observamos la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes, observamos una clara preponderancia de las angiospermas:

Criptógamas = 10,71%

Gimnospermas = 14,22%

Angiospermas = 75,07%

Las criptógamas aparecen representadas por *Laevigatosporites*, esporas de Osmundaceae y triletas indeterminadas. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas": *Juglans*, *Myrica*, *Carpinus*, *Ilex*, *Lonicera*, tipo *Robinia* y cf. Cycadaceae; y como "otras no arbóreas": *Phlomis*, Amaranthaceae-Chenopodiaceae, Caryophyllaceae y Liliaceae.

Entre las taxodiáceas hemos detectado la presencia del tipo *Taxodium*, y de una forma puntual la del tipo *Sequoia*.

Teniendo en cuenta el total de palinomorfos contados, los elementos arbóreos dominan claramente sobre los no arbóreos. Si eliminamos las esporas esta proporción continúa a favor de los arbóreos en más de un 80%. Si por último no consideramos Pinaceae los porcentajes se distribuyen de la siguiente manera: 92,93% de AP frente a 7,07% de NAP.

Nivel Q:

Este nivel está constituido por lutitas grises, y en él se han contabilizado 3.676 granos de los cuales se han llegado a determinar 3.630, lo que representa un 98,75% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran indeterminados, se agrupan en indeterminados (0,16%) e indeterminables (1,088%). La riqueza polínica obtenida es de: 673.091,6031 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuye en 47 taxones: 5 de criptógamas, 8 de gimnospermas y 34 de angiospermas (21 arbóreas y 13 herbáceas). Entre los taxones estudiados el 48,93% eran anemófilos frente a 48,93% entomófilos. El resto (10,65%) corresponde a las esporas, que presentan fundamentalmente una dispersión hidrófila, y a taxones con varios tipos de dispersión polínica.

Si observamos la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes, observamos un porcentaje algo mayor de angiospermas que de gimnospermas:

Criptógamas = 13,61%

Gimnospermas = 38,59%

Angiospermas = 47,80%

Las criptógamas aparecen representadas por *Lycopodium*, *Laevigatosporites*, tipo *Polypodium*, esporas de Osmundaceae y triletas indeterminadas. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas": *Cedrus*, *Picea*, *Tsuga*, *Celtis*, *Juglans*, *Carpinus*, *Tilia*, *Elaeagnus*, *Cornus*, *Buxus*, *Rhamnus*, *Parthenocissus* y tipo *Robinia*; y como "otras no arbóreas": Ranunculaceae, *Myriophyllum*, *Convolvulus*, *Valeriana*, Amaranthaceae-Chenopodiaceae, Caryophyllaceae, Cistaceae, Lamiaceae y Liliaceae.

Entre las taxodiáceas hemos detectado la presencia del tipo *Taxodium*, y de una forma puntual la del tipo *Sequoia*.

Si tenemos en cuenta la totalidad de granos hallados, sin considerar las esporas, los taxones arbóreos dominan en más de un 90% sobre los no arbóreos. Lo mismo ocurre si no se evalúa Pinaceae (92,85% de AP frente a 7,15% de NAP).

Nivel R:

Este nivel, constituido por lignitos, tiene un porcentaje no representativo de palinomorfos.

Nivel RR:

Este nivel está constituido por lutitas grises, y en él se han contabilizado 2.546 granos de los cuales se han llegado a determinar 2.434, lo que representa un 95,60% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran indeterminados, se agrupan en indeterminados (0,20%) e indeterminables (4,20%). La riqueza polínica obtenida es de: 1.486.071,425 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuye en 50 taxones: 4 de criptógamas, 6 de gimnospermas y 40 de angiospermas (22 arbóreas y 18 herbáceas). Entre los taxones estudiados el 46% eran anemófilos frente a 48% entomófilos. El resto (6%) corresponde a las esporas, que presentan fundamentalmente una dispersión hidrófila, y taxones que poseen varios tipos de polinización.

Si observamos la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes, se aprecia un elevado porcentaje de angiospermas:

Criptógamas = 3,70%

Gimnospermas = 19,06%

Angiospermas = 77,24%

Las criptógamas aparecen representadas por *Laevigatosporites*, *Polypodiaceoisporites*, esporas de Osmundaceae y triletas indeterminadas. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas": *Cedrus*, *Juglans*, *Myrica*, *Carpinus*, *Tilia*, *Cornus*, *Ilex*, *Rhamnus*, *Parthenocissus*, *Acer*, *Lonicera*, tipo *Robinia* y Oleaceae indet.; y como "otras no arbóreas": Ranunculaceae, *Myriophyllum*, *Convolvulus*, *Valeriana*, Amaranthaceae-Chenopodiaceae, Caryophyllaceae, Droseraceae, Cistaceae, Apiaceae, Lamiaceae y Liliaceae.

Entre las taxodiáceas hemos detectado la presencia del tipo *Taxodium*, y de una forma puntual la del tipo *Sequoia*.

Teniendo en cuenta la totalidad de los palinomorfos contados, los taxones arbóreos dominan en más de un 75%. Si no consideramos las esporas, el porcentaje de taxones arbóreos asciende a más de un 80%. Finalmente, si eliminamos las pináceas, la proporción que nos queda es la siguiente: 87,5% de AP frente a 12,5% de NAP.

Nivel S:

Este nivel, formado por arenas de grano grueso, es estéril desde el punto de vista palinológico.

- **Macroflora:** Se han encontrado acumulaciones de macrorrestos en uno de los niveles de esta mina (nivel B), donde abundan especialmente los frutos de *Trapa ceretana*, que se encuentran en gran número. También aparecen altas concentraciones de restos foliares, como hemos comprobado en los materiales estudiados en el Museo del Seminario de Barcelona. Hasta el momento se han determinado las siguientes especies: *Osmunda pardschlugiana*, *Fagus gussonii*, *Fagus pristina*, *Alnus occidentalis*, *Salix lavateri*, *Acer integerrimum*, *Typha latissima* y Commelinidae. Esta asociación registrada fue estudiada en primer lugar por SANZ DE SIRIA (1980) quien también cita a *Acer pyrenaicum*, *Betula* sp. y diversas especies de *Salix*. La presencia de estos últimos taxones no ha podido ser confirmada por nosotros.

La existencia de estas concentraciones de frutos hidrócoros y hojas, como ya hemos explicado en el capítulo de Tafonomía, quizás pueda deberse a la cercanía de una orilla.

No hemos conseguido un número de ejemplares lo suficientemente representativo como para poder elaborar un listado de taxones más completo, aunque hay que decir que en el nivel B, *Trapa ceretana* es la única especie que hemos encontrado representada.

Resultados

La mina de Sanavastre presenta 19 niveles fértiles y suficientemente representativos, en donde se han contado un total de 52.458 palinomorfos.

El conjunto de los taxones de aparición puntual que se han incluido en "otras arbóreas" y "otras no arbóreas", son los siguientes:

- "otros AP": cf. Cycadaceae, *Abies*, *Cedrus*, *Picea*, *Tsuga*, *Ephedra*, *Platanus*, *Celtis*, *Engelhardia*, *Juglans*, *Platycarya*, *Myrica*, *Carpinus*, *Tilia*, Clethraceae-Cyrillaceae, tipo *Robinia*, *Elaeagnus*, *Nyssa*, *Cornus*, *Ilex*, *Buxus*, *Rhamnus*, *Parthenocissus*, *Acer*, *Hedera*, *Fraxinus*, *Olea*, *Phyllirea*, *Lonicera*, *Sambucus*, *Viburnum* y Arecaceae.

- "otros NAP": Ranunculaceae, Caryophyllaceae, *Polygonum* tipo *persicaria*, Droseraceae, *Cistus*, Cistaceae, *Primula*, *Myriophyllum*, Thymelaeaceae, *Epilobium*, Viscaceae, *Euphorbia*, *Geranium*, Apiaceae, *Convolvulus*, *Phlomis*, Lamiaceae, Rubiaceae, *Valeriana*, *Scabiosa*, *Potamogeton*, Cyperaceae y Liliaceae.

Lo primero que se observa tras el estudio del diagrama polínico de esta mina (Fig. 74) es la gran abundancia en la mayoría de los niveles de *Pinus*, *Alnus* y esporas (entre éstas debemos reseñar a Osmundaceae y *Laevigatosporites*). También debemos destacar la

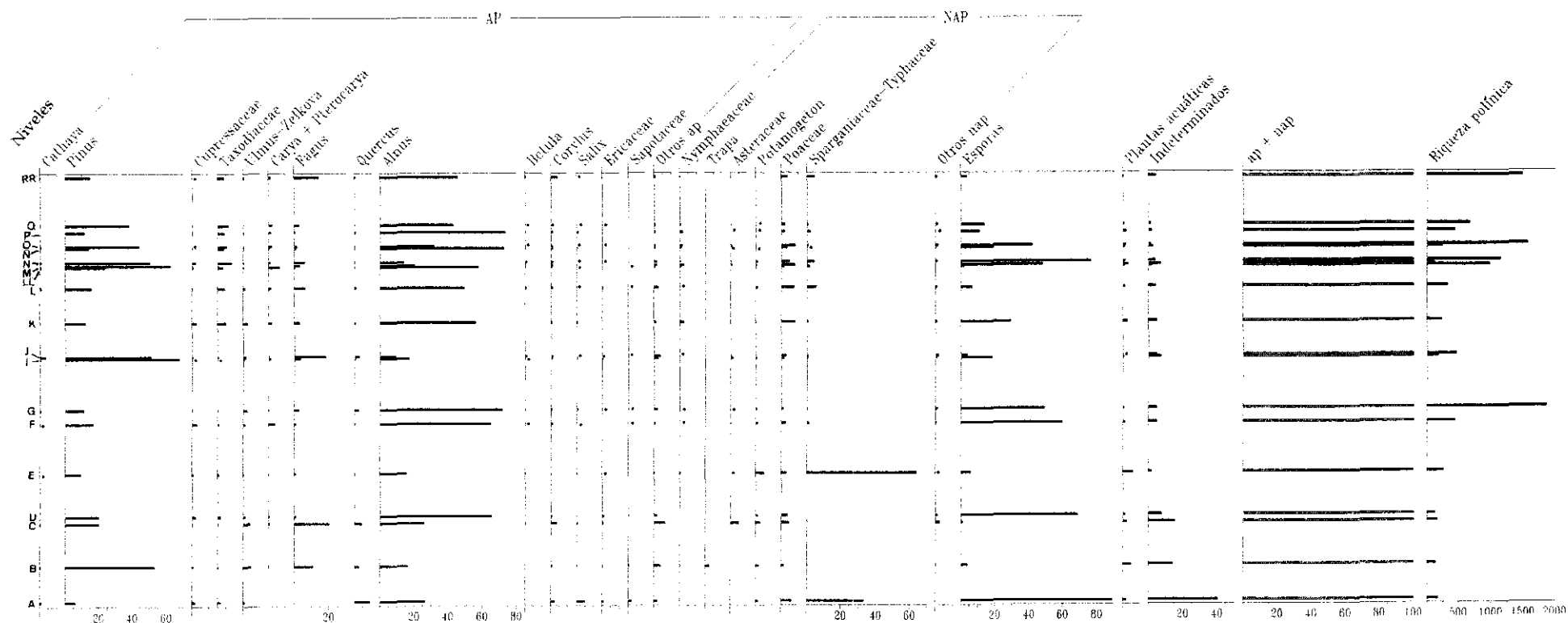


Fig. 74. Diagrama polínico de la mina de Sanavastre.

representación de Sparganiaceae-Typhaceae en los niveles A y E.

Creemos que la presencia preponderante de estos taxones es debida, en el caso de *Pinus*, *Alnus* y Sparganiaceae-Typhaceae, a una sobrerrepresentación debido su carácter anemófilo. Otras causas son, en el caso de *Alnus* y Sparganiaceae-Typhaceae el ser plantas propias de comunidades ribereñas. Por la presencia de estos taxones, las gimnospermas se encuentran muy bien representadas en los niveles B, I y J; mientras que las angiospermas lo están en C, E, K, L, LL, Ñ, P, Q y RR (Fig. 75).

El caso de las esporas parece ser diferente, ya que su dispersión debió ser predominantemente hidrófila. Algunos autores como CHALONER & MUIR (1968), sugirieron que las plantas productoras de esporas habitan en áreas cercanas a la zona donde se acumularon los sedimentos. Luego parece que en zonas próximas a la mina de Sanavastre debieron desarrollarse helechadas. La sobrerrepresentación de esporas hace que éstas sean predominantes en los niveles A, D, F, G, M, N y O (Fig. 75).

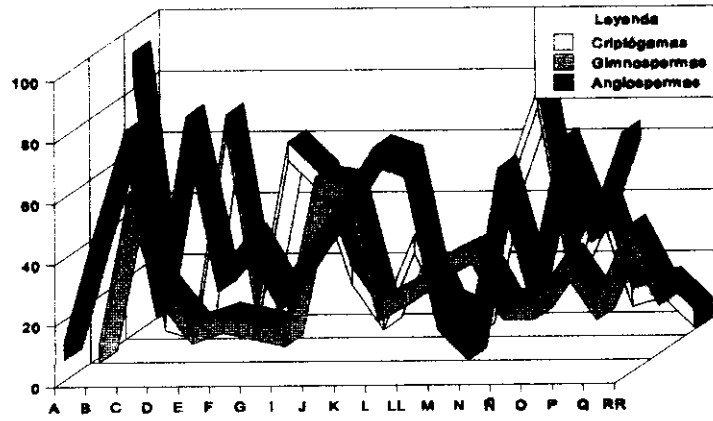
En 1985, BESSEDIK expuso los primeros análisis palinológicos de los sedimentos de esta mina, tras realizar preparaciones de cinco de sus niveles. Se destaca la abundancia de Abietaceae (=Pinaceae), *Quercus*, *Fagus*, *Alnus* y *Ulmus-Zelkova*. Hay que señalar que en este diagrama los porcentajes de *Quercus*, *Fagus* y *Ulmus-Zelkova* aumentan o disminuyen conjuntamente, mientras que los de *Alnus* varían independientemente, circunstancia que parece ser debida a factores climáticos y edáficos, al tener *Alnus* diferentes requerimientos con respecto a estos factores.

Lo que primeramente se observa tras realizar el análisis de diversidad (Fig. 76) con los índices de Simpson y Shannon es la concordancia existente entre los valores obtenidos, encontrando la diversidad más alta en los niveles C, J, K, L y RR. El nivel C destaca porque los índices de Shannon y Simpson nos señalan los mayores valores de diversidad para la mina de Sanavastre. El índice de Simpson para todos los niveles del afloramiento nos indica una diversidad media/alta con mínimos en los niveles A y N, en donde existe una abundancia de Osmundaceae. La diversidad según Shannon nos marca que salvo los niveles mencionados, en el resto existe una diversidad media.

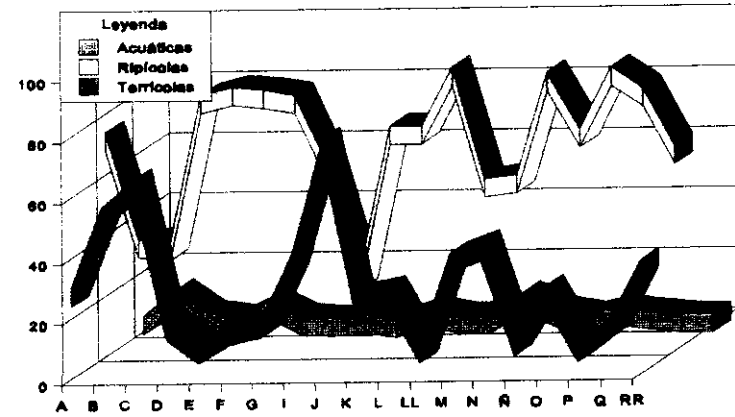
Considerando la totalidad de los taxones estudiados hay que reseñar que teniendo en cuenta su número, en general los anemófilos aparecen en mayor proporción que los entomófilos, salvo en los niveles G, J y RR. Los dos últimos presentan una diversidad alta según Simpson y Shannon; por otra parte, G posee unos valores medios de diversidad, la

Mina de Sanavastre

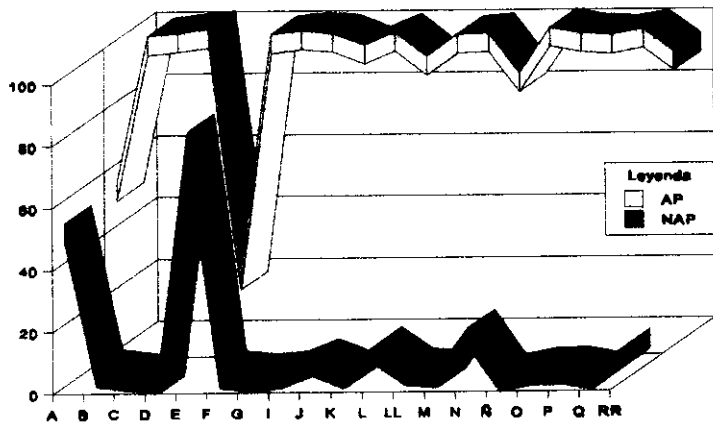
Grupos vegetales/porcentajes



Hábitats/porcentajes



Hábito/Ripícolas



Hábito/Terrícolas

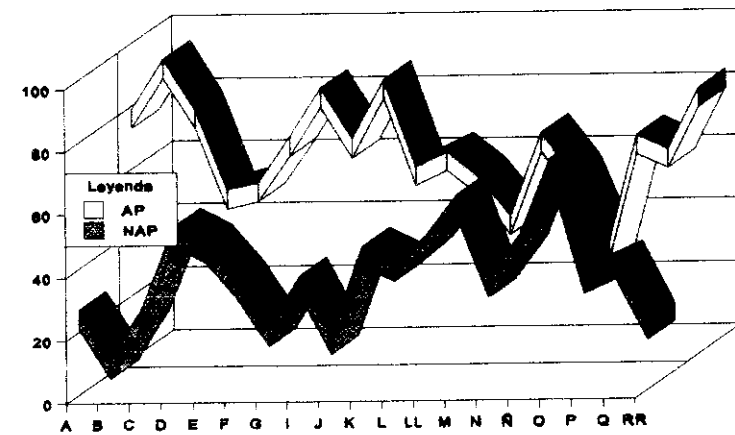


Fig. 75

razón de esto podría ser que en este nivel también existe una alta proporción de Osmundaceae, aunque en él se encuentran gran cantidad de taxones de aparición puntual que no se hallan en otros niveles.

Los niveles con mayor equitabilidad se corresponden con los de mayores diversidades según los índices de Simpson y Shannon (Fig. 76). Esto es así porque en estos se igualan los porcentajes de *Pinus*, *Alnus* y *Fagus*. En general, los datos proporcionados por la equitabilidad son bajos, lo que indica una cierta dominancia de dos o tres taxones.

Sin valorar los porcentajes de esporas, los AP dominan en casi todo el diagrama frente a los NAP, luego parece que salvo los niveles A, que corresponderían a una vegetación en mosaico, y E, cuyo contenido polínico señala una predominancia de la vegetación herbácea; parece ser que fundamentalmente se desarrollaron en la zona bosques mixtos densos (Fig. 74).

Lo mismo ocurre si no estimamos los porcentajes de Pinaceae. Únicamente hay un nivel en donde los NAP predominan sobre los AP. Se trata del nivel E, constituido por lutitas grises, en cuyo contenido palinológico destaca la presencia de Sparganiaceae-Typhaceae. También debemos reseñar la abundancia de estos palinomorfos en el nivel A, formado por lignitos, el cual llega a tener un porcentaje de NAP de 43,48%. Posiblemente, la elevada proporción de Sparganiaceae-Typhaceae pudiera corresponder a un aumento de zonas encharcadas, ya que en estos niveles también son remarcables los porcentajes de *Potamogeton* y Poaceae.

Sin embargo, si consideramos el hábitat sin valorar los porcentajes de esporas y los de pináceas estos porcentajes cambian ligeramente dándonos otra visión del desarrollo de la vegetación (Fig. 75).

Las plantas acuáticas (démicas y autóctonas) presentan siempre unos niveles muy bajos. Esto seguramente es debido a la fácil destrucción del polen de este tipo de plantas, ya comentado en otros capítulos. Señalemos los picos de los niveles K y M producidos por la presencia de Nymphaeaceae, E por Nymphaeaceae y *Potamogeton*, y B por estos dos últimos taxones y *Trapa*. El nivel B es el único de esta sucesión en donde se han encontrado palinomorfos asignables a *Trapa*. Corroborando la presencia de este género, se han hallado en este nivel acumulaciones de *Trapa ceretana*.

Por su parte, las plantas ripícolas (démicas y alóctonas) aparecen de forma destacada en casi todo el diagrama, esto es debido fundamentalmente a la dominancia numérica de *Alnus* y Sparganiaceae-Typhaceae. Entre las ribereñas, el componente arbóreo siempre es

Mina de Sanavastre

Tipo Índice	A	B	C	D	E	F	G	I	J	K	L	LL	M	N	Ñ	O	P	Q	RR
Simpson	0,370	0,780	0,867	0,680	0,658	0,670	0,645	0,688	0,741	0,795	0,774	0,640	0,760	0,439	0,632	0,762	0,579	0,692	0,776
Shannon	0,436	0,936	1,094	0,669	0,737	0,678	0,650	0,748	0,910	0,926	0,957	0,690	0,744	0,496	0,670	0,799	0,660	0,725	0,926
Equitabilidad	0,316	0,589	0,688	0,491	0,490	0,439	0,356	0,481	0,528	0,600	0,552	0,408	0,539	0,307	0,418	0,473	0,431	0,429	0,540

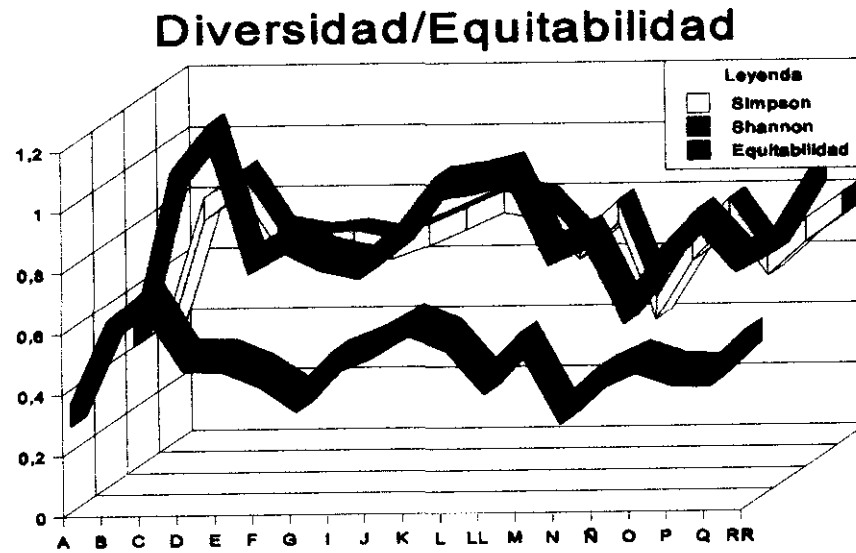


Fig. 76

superior al herbáceo menos en el nivel E, dominado por Sparganiaceae-Typhaceae, y el A en donde existe la misma proporción de plantas arbóreas y herbáceas (Figs. 74 y 75).

Si tenemos en cuenta el efecto Neves, comentado en el apartado de tafonomía, la relativa abundancia de taxones acuáticos en los niveles B, M, K y M, podría indicar que los sedimentos de estos se depositaron en una zona próxima a una ribera. Lo mismo podría apuntarse con respecto a la abundancia de taxones ripícolas. Es posible que la mayor o menor abundancia de elementos acuáticos y ripícolas fuera debida a un descenso o una elevación del nivel de las aguas por causa de problemas geológicos o ambientales.

El resto de los taxones estudiados, siempre adémicos desde un punto de vista paleobiológico y alóctonos desde uno tafonómico, se han reunido en un grupo heterogéneo en donde se incluyen tanto los que poblaban la zona, o sus inmediaciones ("lowlands" y "uplands"), como taxones que no debieron vivir en la región y que aparecen de forma puntual. Seguramente, la razón de que encontremos registro de estas plantas es a causa de su anemofilia y elevada producción polínica. Entre todas ellas hay que mencionar: *Cedrus*, *Picea*, *Tsuga*, *Platanus*, *Engelhardia* y *Arecaceae*, entre otras.

En la mina de Sanavastre existen tres niveles en donde los taxones adémicos y alóctonos (nosotros los identificamos en el grupo de terrícolas) tienen mayores porcentajes que los ribereños. Se trata de los niveles B, C y J, los cuales destacan por la buena representación del género *Fagus* (Fig. 75). Es posible que el descenso de taxones ribereños pudiera ser debido a un ascenso de las aguas del lago, si se tiene en cuenta el efecto Neves (CHALONER & MUIR, 1968).

Si observamos en este último grupo (terrícolas) el tanto por ciento de AP frente a NAP (Fig. 75), se puede observar que en los niveles inferiores es mucho más elevado el porcentaje de AP, salvo en el nivel D constituido por lignitos, en donde se iguala la proporción de AP y NAP. Este nivel tiene una riqueza polínica muy baja, presentando un porcentaje muy elevado de esporas. Probablemente, esta proporción similar de AP y NAP se deba a un problema tafonómico, por destrucción de palinomorfos, y no a uno ambiental.

En los niveles más altos de la columna debemos destacar dos niveles en donde predominan NAP con respecto a AP, se trata de M y O, y la dominancia de NAP se debe fundamentalmente a la presencia de Poaceae, acompañado por un descenso de *Fagus*. Pudiera ser que durante la deposición de estos niveles se desarrollaran bosques abiertos en la zona, aunque también es posible que este porcentaje de Poaceae no deba ser atribuído al tipo de

formación vegetal mencionada, sino al establecimiento de comunidades de gramíneas semejantes a las del género *Phragmites*, en los márgenes de las zonas acuáticas. Además, en estos dos niveles no hay un aumento de los tantos por ciento de otras herbáceas como Asteraceae, Caryophyllaceae o Amaranthaceae-Chenopodiaceae, lo que verificaría el desarrollo de comunidades forestales abiertas.

Si analizamos los taxones arbóreos mesófilos, sin tener en cuenta *Alnus*, parece que Fagaceae y Ulmaceae, a diferencia del diagrama de BESSEDIK (1985), tuvieron un desarrollo parejo, en especial coinciden *Quercus* y *Ulmus-Zelkova*. Los mayores porcentajes de Fagaceae corresponden a *Fagus*. La presencia de *Quercus*, en la mayoría de los niveles, es escasa, al contrario de lo observado por el autor anteriormente mencionado (Fig. 73).

Hacia el techo de la formación, se observa una mayor representación de Taxodiaceae y Juglandaceae del tipo de *Carya* y *Pterocarya*. Este aumento viene acompañado por unos porcentajes remarcables de Poaceae y, de forma más escasa, de Sparganiaceae-Typhaceae y Nymphaeaceae. Esto parecer indicar que los medios palustres debieron tener importancia durante la deposición de los sedimentos que formaron los estratos superiores de esta mina.

Entre las taxodiáceas hay que destacar principalmente el tipo *Taxodium*, coníferas anfíbias propias de zonas pantanosas. El tipo *Sequoia* se encuentra representado puntualmente en los niveles más altos de la columna estratigráfica. Parece que la presencia del tipo *Sequoia* está relacionada con los porcentajes más altos del tipo *Taxodium* reaccionando ante factores climáticos. El polen de Taxodiaceae, al igual que el de Cupressaceae, no tiene una gran capacidad dispersión, por lo que pensamos que, seguramente, el tipo *Taxodium* se encontraba ligado a medios ribereños o pantanosos, mientras que el tipo *Sequoia* formaba parte de las asociaciones de las "uplands"; no podemos decir que las plantas que produjeron este último tipo polínico no se hallaran también como acompañantes en las comunidades de los "lowlands".

El estrato arbustivo parece haber tenido cierta importancia en algunos periodos, como indican en algunos niveles los porcentajes de *Corylus* (niveles A, B, C, F, J, L, N, Ñ, P, Q y RR) y Ericaceae (A, C, D y J).

En la base de la sucesión destaca el nivel A con *Quercus*, Ericaceae y Sapotaceae. Este último taxón (megatérmico o mega/mesotérmico, según la clasificación de VAN STEENIS, 1962), va desapareciendo no encontrándose a techo de la formación. De forma contraria, a techo de la formación se encuentran representados taxones microtérmicos como

Betula. Esta distribución de taxones con diferentes requerimientos térmicos parece sugerir un cambio de las condiciones ambientales de la zona de base a techo, desarrollándose en los períodos más antiguos un clima de tipo templado cálido que se fue enfriando progresivamente con pérdida de taxones termófilos como las sapotáceas. La presencia de niveles representativos de *Quercus* y *Fagus* en la base de la formación, se podrían interpretar como un reemplazamiento de especies termófilas por otras adaptadas a climas más frescos a lo largo del tiempo. Se podría hablar de un episodio cálido, durante el cual se destacan *Quercus* y Sapotaceae, en la base de la sucesión; y uno de enfriamiento, en los niveles superiores, en donde hay que reseñar los géneros *Betula* y *Fagus*.

Según la distribución de los taxones a lo largo de la columna estratigráfica de la mina de Sanavastre proponemos la siguiente zonación climatoestratigráfica que parece estar definida por la presencia/ausencia del tipo *Sequoia*:

a) Durante el depósito de los niveles comprendidos entre el A y el I se desarrolló un clima templado cálido donde destacan los porcentajes de *Quercus* y Sapotaceae.

b) Durante el depósito de los niveles comprendidos entre el J y el RR el clima presente en la zona debió ser templado, destacándose el género *Betula* y el tipo *Sequoia*.

El estudio de correlación no da ninguna información acerca de las condiciones ambientales de formación de los niveles de la mina de Sanavastre, aunque se agrupan por una parte los niveles A y D, y por otra P, Ñ y K, todos ellos de lignitos (Fig. 77).

La menor riqueza polínica parece corresponder a los niveles de lignitos, posiblemente sea debido a una destrucción del polen a causa de las condiciones químicas en el medio en que estos se formaron (aguas poco profundas con gran cantidad de materia orgánica) lo cual puede ser corroborado si tenemos en cuenta que los niveles H y R, también constituídos por lignitos, tienen porcentajes no representativos de palinomorfos. Además, el número de palinomorfos indeterminables aumenta en estos niveles.

Debemos reseñar que las mayores riquezas polínicas parecen corresponderse con las lutitas grises. El nivel S, constituido únicamente por arenas, es estéril desde el punto de vista palinológico, seguramente debido a su elevada granulometría.

En resumen, parece que durante la formación de los sedimentos de la mina de Sanavastre predominaron los bosques donde se integraban especies de coníferas, *Fagus*, *Quercus*, *Alnus*, ulmáceas y juglandáceas, entre otras; aunque durante algunos períodos de tiempo las zonas pantanosas abiertas parece que tuvieron preponderancia (niveles A y E).

Durante la formación de E es muy posible que se desarrollaran espacios abiertos ocupados por comunidades herbáceas, con la consiguiente pérdida de masa forestal. Sin embargo, de una forma contradictoria, en el conjunto de las plantas alóctonas (Fig. 75) las arbóreas tienen una ligera predominancia. Esto parece indicar que las comunidades herbáceas se desarrollaron en zonas encharcadas, por lo que es posible que tuvieran una mayor importancia durante algunos períodos como fue el de formación de E.

La presencia de elementos megatérmicos y mega/mesotérmicos en la base

de la formación, como las sapotáceas, y microtérmicos hacia el techo, como *Betula*, parecen indicar un enfriamiento de las condiciones climáticas a lo largo del tiempo.

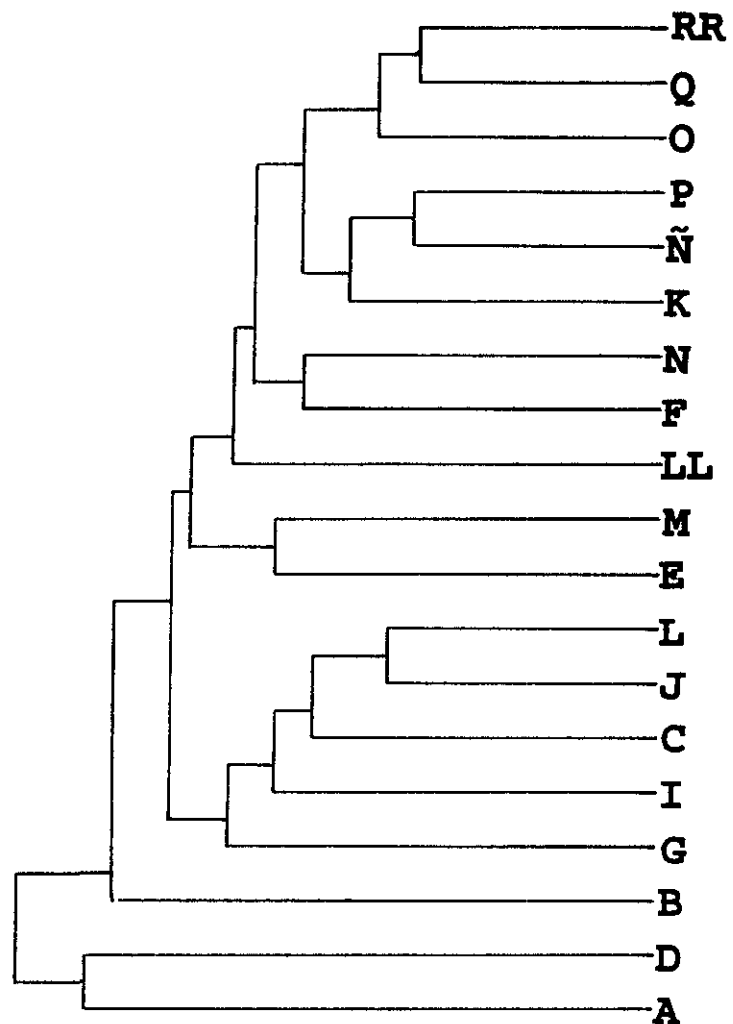


Fig. 77. Análisis de correlación de los niveles de la mina de Sanavastre.

7.1.2. MINA DE SAMPSON (mina Malla; Fig. 78)

Como en el caso de la mina de Sanavastre, aquí se han recogido restos asignables a *Hipparion primigenium catalaunicum*, especie que permite datar esta mina como Vallesiense (AGUSTÍ & ROCA, 1987). Los autores citados no señalan el nivel en donde se encontraron estos restos. Además, existe una cita realizada por VILLALTA & CRUSAFONT (1947) de *Dicerorhinus scheleiermarcheri*, que no ha podido ser confirmada posteriormente. Hasta la fecha no se han encontrado restos macroscópicos de vegetales en esta localidad. Sin embargo, en algunos de los niveles de esta mina, se han encontrado palinomorfos en una cantidad

apreciable.

- **Microflora:** en este apartado vamos a exponer los resultados de los estudios palinológico realizados en la mina de Sampsor.

Nivel 1:

En este nivel, constituido por lutitas grises con vetas de lignitos, se han contabilizado 920 granos de los cuales se han llegado a determinar 891, lo que representa un 96,85% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran como indeterminados, se agrupan en: indeterminados (0,22%) e indeterminables (2,93%). La riqueza polínica de este nivel es de 174.984,0967 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuye en 35 taxones: 4 de criptógamas, 6 de gimnospermas y 25 de angiospermas (15 arbóreas y 10 herbáceas). Hay que resaltar que un 60% de estos presenta anemofilia, frente a un 28,57% con entomofilia. El resto (11,43%) corresponde a las esporas de dispersión fundamentalmente hidrófila.

Si se observa la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes se aprecia una dominancia numérica clara de las angiospermas frente a criptógamas y gimnospermas:

Criptógamas = 2,69%

Gimnospermas = 25,03%

Angiospermas = 72,27%

Entre las criptógamas hemos de indicar la presencia de *Laevigatosporites*, tipo *Polypodium*, esporas de Osmundaceae y triletas indeterminadas. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas": *Cedrus*, *Myrica*, *Betula*, *Buxus*, *Parthenocissus*, *Viburnum*, Ericaceae y Arecaceae; y como "otras no arbóreas": *Myriophyllum*, *Valeriana*, *Scabiosa*, *Potamogeton* y Amaranthaceae-Chenopodiaceae.

Entre las taxodiáceas hemos detectado únicamente la presencia del tipo *Taxodium*.

Si consideramos la totalidad de los palinomorfos hallados, los taxones arbóreos dominan en más de un 90%. Si no se tuvieran en cuenta ni las esporas ni Pinaceae, hallamos un porcentaje similar: 92,39% de AP frente a 7,61 de NAP.

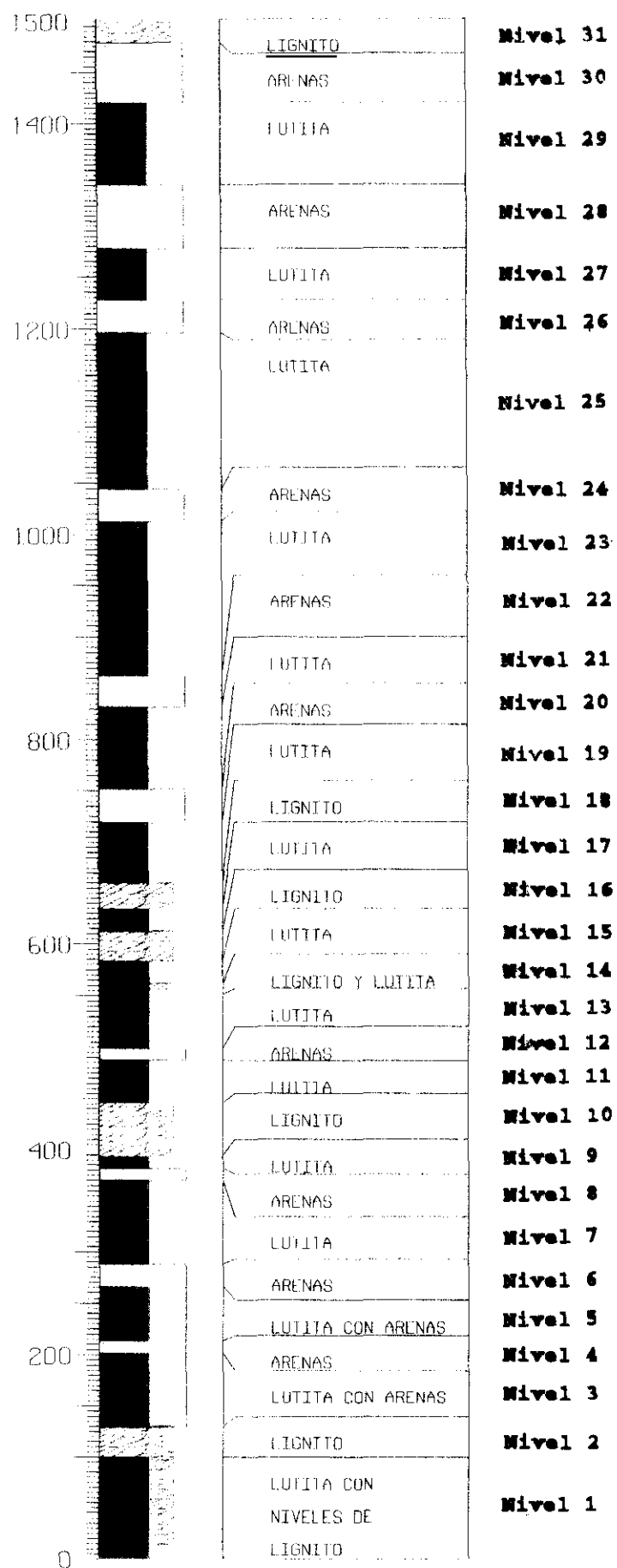
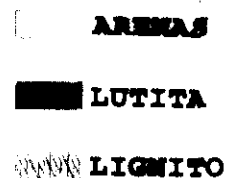


Fig. 78. Columna estratigráfica de la mina de Samsor.



Nivel 2:

En este nivel, formado por lutitas grises, se han contabilizado 4.143 granos de los cuales se han llegado a determinar 4.106, lo que representa un 99,10% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran como indeterminados, se agrupan en: indeterminados (0,072%) e indeterminables (0,82%). La riqueza polínica de este nivel es de 743.478 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuyen en 45 taxones: 5 de criptógamas, 9 de gimnospermas y 31 de angiospermas (19 arbóreas y 12 herbáceas). Hay que resaltar que un 51,11% de estos poseen anemofilia, frente a un 37,78% con entomofilia. El resto (11,11%) corresponde a las esporas, las cuales tienen una dispersión fundamentalmente hidrófila, y a taxones como *Salix*, que puede presentar polinización anemófila y entomófila.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales se aprecia que las gimnospermas y las angiospermas presentan porcentajes similares, aunque las gimnospermas aparecen mejor representadas:

Criptógamas = 10,32%

Gimnospermas = 48,68%

Angiospermas = 41%

Entre las criptógamas hemos de indicar la presencia de *Lycopodium*, *Laevigatosporites*, *Leiotriletes*, esporas de Osmundaceae y triletas indeterminadas. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas": *Cedrus*, *Ephedra*, *Juglans*, *Betula*, *Salix*, *Cornus*, *Rhamnus*, *Parthenocissus*, *Acer*, *Hedera*, tipo *Robinia*, Ericaceae y Arecaceae ; y como "otras no arbóreas": *Myriophyllum*, Amaranthaceae-Chenopodiaceae, Cistaceae, Thymelaeaceae, Lamiaceae y Liliaceae.

Entre las taxodiáceas hemos detectado la presencia del tipo *Taxodium*, y de una forma puntual la de género *Sciadopitys*.

Si consideramos la totalidad de los palinomorfos hallados, los taxones arbóreos dominan en más de un 75%. Si no se valoraran ni esporas ni Pinaceae, esta proporción no cambia: 88,18% de AP frente a 11,82% de NAP.

Nivel 3:

En este nivel, constituido por lutitas grises con vetas de arenas amarillentas, se han contabilizado 1.847 granos de los cuales se han llegado a determinar 1.804, lo que representa

un 97,67% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran como indeterminados se agrupan en: indeterminados (0,16%) e indeterminables (2,16%). La riqueza polínica de este nivel es de 345.740,7407 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuye en 41 taxones: 5 de criptógamas, 8 de gimnospermas y 28 de angiospermas (17 arbóreas y 11 herbáceas). Hay que resaltar que un 51,22% de estos presenta anemofilia, frente a un 36,58% con entomofilia. El resto (12,22%) corresponde a las esporas, que tienen una dispersión fundamentalmente hidrófila.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes se aprecia una dominancia numérica de las gimnospermas:

Criptógamas = 6,15%

Gimnospermas = 58,65%

Angiospermas = 35,2%

Entre las criptógamas hemos de indicar la presencia de Osmundaceae, tipo *Polypodium*, *Laevigatosporites*, *Leiotriletes* y triletas indeterminadas. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas": *Myrica*, *Juglans*, *Betula*, *Tilia*, *Cornus*, *Parthenocissus*, *Lonicera* y Ericaceae; y como "otras no arbóreas": *Polygonum*, *Convolvulus*, *Valeriana*, *Scabiosa*, Amaranthaceae-Chenopodiaceae y Liliaceae.

Entre las taxodiáceas hemos detectado la presencia del tipo *Taxodium*, y de una forma puntual la del tipo *Sequoia* y el género *Sciadopitys*.

Si consideramos la totalidad de los palinomorfos hallados, los taxones arbóreos dominan en más de un 70%, dada la alta representación de criptógamas. Si no se tuvieran en cuenta ni esporas ni Pinaceae, continúan siendo los taxones arbóreos los mayoritarios: 66,28% de AP frente a 33,72% de NAP.

Nivel 4:

Nivel, constituido por arenas rojizas, estéril desde un punto de vista palinológico.

Nivel 5:

Nivel, compuesto por lutitas grises con vetas de arenas amarillentas, sin contenido polínico.

Nivel 6:

Nivel, constituido por arenas, estéril desde un punto de vista palinológico.

Nivel 7:

En este nivel, constituido por lutitas grises, se han contabilizado 913 granos de los cuales se han llegado a determinar 894, lo que representa un 97,92% del total. El resto de los palinomorfos estudiados (2,08%) son indeterminables. La riqueza polínica de este nivel es de 144.547,615 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuye en 31 taxones: 5 de criptógamas, 6 de gimnospermas y 20 de angiospermas (10 arbóreas y 10 herbáceas). Hay que resaltar que un 51,61% de estos presenta anemofilia, frente a un 32,26% con entomofilia. El resto (16,13%) corresponde a las esporas, las cuales tienen una dispersión fundamentalmente hidrófila.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes se aprecia una dominancia clara de las angiospermas frente a criptógamas y gimnospermas que poseen porcentajes parecidos:

Criptógamas = 24,38%

Gimnospermas = 29,53%

Angiospermas = 46,09%

Entre las criptógamas hemos de indicar la presencia de *Laevigatosporites*, *Leiotriletes*, tipo *Polypodium*, esporas de Osmundaceae y triletes indeterminadas. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas": *Ephedra*, *Liquidambar*, *Tilia*, Sapotaceae y Arecaceae; y como "otras no arbóreas": Ranunculaceae, *Polygonum*, *Geranium*, *Potamogeton* y Liliaceae.

Entre las taxodiáceas hemos detectado únicamente la presencia del tipo *Taxodium*.

Si consideramos la totalidad de los palinomorfos hallados, los taxones no arbóreos se encuentran más o menos al 50% con los arbóreos. Sin embargo, si no se estiman las esporas, este porcentaje cambia, siendo los taxones arbóreos mayoritarios con algo más de un 90% frente a los no arbóreos. Si, eliminamos Pinaceae, hallamos que los arbóreos continúan hallándose en mayor proporción que los no arbóreos, aunque no en un porcentaje tan elevado (65,73% de AP frente a 34,27% de NAP).

Nivel 8:

Este nivel, compuesto de arenas, es estéril desde un punto de vista palinológico.

Nivel 9:

Este nivel de lutitas grises, aunque fértil, no es representativo desde un punto de vista polínico.

Nivel 10:

En este nivel, compuesto por lignitos, se han contabilizado 1.564 granos de los cuales se han llegado a determinar 1.374, lo que representa un 87,85% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran como indeterminados se agrupan en indeterminados (0,38%) e indeterminables (11,76%). La riqueza polínica de este nivel es de 290.185,1852 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuye en 35 taxones: 4 de criptógamas, 6 de gimnospermas y 25 de angiospermas (16 arbóreas y 9 herbáceas). Hay que resaltar que un 54,28% de estos poseen anemofilia, frente a un 34,28% con entomofilia. El resto (11,44%) corresponde a las esporas, las cuales tienen una dispersión fundamentalmente hidrófila, y a taxones como *Salix*, que puede presentar dispersión anemófila y entomófila.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes se aprecia una clara dominancia numérica de las angiospermas frente a gimnospermas y criptógamas:

Criptógamas = 21,54%

Gimnospermas = 10,26%

Angiospermas = 68,2%

Entre las criptógamas hemos de indicar la presencia de *Laevigatosporites*, esporas de Marchantiales, Osmundaceae y triletas indeterminadas. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas": *Picea*, *Liquidambar*, *Myrica*, *Salix*, *Parthenocissus*, *Phyllirea*, tipo *Robinia*, Ericaceae, Sapotaceae y Arecaceae; y como "otras no arbóreas": *Phlomis*, *Potamogeton* y Liliaceae.

Entre las taxodiáceas hemos detectado fundamentalmente la presencia del tipo *Taxodium*, y de una forma puntual la del tipo *Sequoia*.

Si consideramos la totalidad de los palinomorfos hallados, los taxones arbóreos aparecen con una representación de más del 80%. Si no se tuvieran en cuenta a las esporas, ascendería el porcentaje de arbóreas hasta un 90%. Finalmente sin valorar a Pinaceae, encontramos un 96,54% de arbóreas frente a un 3,46% de herbáceas.

Nivel 11:

En este nivel, constituido por lutitas grises, se han contabilizado 1.935 granos de los cuales se han llegado a determinar 1.874, lo que representa un 96,85% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran como indeterminados son indeterminables (3,15%). La riqueza polínica de este nivel es de 348.913,0375 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuyen en 45 taxones: 2 de criptógamas, 8 de gimnospermas y 35 de angiospermas (16 arbóreas y 19 herbáceas). Hay que resaltar que se ha encontrado una proporción idéntica de taxones anemófilos y entomófilos, ambos con un porcentaje de 46,66%. El resto (6,68%) corresponde a las esporas, las cuales presentan una dispersión fundamentalmente hidrófila, y a taxones como *Salix* y *Parrotia*, que pueden poseer polinización anemófila y entomófila.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes se aprecia una mayor proporción de angiospermas frente a gimnospermas y criptógamas:

Criptógamas = 8,26%

Gimnospermas = 39,86%

Angiospermas = 51,88%

Entre las criptógamas hemos de indicar la presencia de *Laevigatosporites* y esporas de Osmundaceae. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas": *Cedrus*, cf. *Parrotia*, *Juglans*, *Myrica*, *Salix*, *Cornus*, *Ilex*, *Parthenocissus*, *Viburnum* y Sapotaceae; y como "otras no arbóreas": *Polygonum*, *Geranium*, *Convolvulus*, *Phlomis*, *Valeriana*, *Scabiosa*, *Potamogeton*, Amaranthaceae-Chenopodiaceae, Cistaceae indet., Apiaceae, Lamiaceae y Liliaceae.

Entre las taxodiáceas hemos detectado la presencia del tipo *Taxodium*, y de una forma puntual la del tipo *Sequoia*.

Si consideramos la totalidad de los palinomorfos hallados, los taxones arbóreos aparecen en mayor proporción que los no arbóreos, alrededor de un 80%. Si elimináramos de nuestros cálculos a criptógamas y Pinaceae, nos aparece una relación semejante (84,6% de AP frente a 15,40% de NAP).

Nivel 12:

En este nivel, formado por arenas de grano fino, se han contabilizado 2.377 granos de los cuales se han llegado a determinar 2.341, lo que representa un 98,48% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran como indeterminados se agrupan en indeterminados (0,042%) e indeterminables (1,47%). La riqueza polínica de este nivel es de 466.400 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuye en 48 taxones: 6 de criptógamas, 7 de gimnospermas y 35 de angiospermas (18 arbóreas y 17 herbáceas). Hay que resaltar que un 47,92% de estos presenta anemofilia, frente a un 39,58% con entomofilia. El resto (12,25%) corresponde a las esporas, las cuales presentan una dispersión fundamentalmente hidrófila.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes se aprecia una mayor representación de angiospermas frente a los otros grupos:

Criptógamas = 11,40%

Gimnospermas = 33,06%

Angiospermas = 44,46%

Entre las criptógamas hemos de indicar la presencia de *Lycopodium*, *Laevigatosporites*, *Polypodysporites favus*, tipo *Polypodium*, esporas de Osmundaceae y triletas indeterminadas. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas": *Cedrus*, *Myrica*, *Betula*, *Carpinus*, *Ilex*, *Buxus*, *Parthenocissus*, tipo *Robinia*, Ericaceae, Sapotaceae y Oleaceae; y como "otras no arbóreas": Ranunculaceae, *Polygonum*, *Valeriana*, *Scabiosa*, *Potamogeton*, Amaranthaceae-Chenopodiaceae, Droseraceae, Cistaceae, Lamiaceae y Cyperaceae.

Entre las taxodiáceas hemos detectado únicamente la presencia del tipo *Taxodium*.

Si consideramos la totalidad de los palinomorfos hallados, los taxones arbóreos aparecen en un porcentaje mayor que los no arbóreos ($\approx 70\%$). Si no tenemos en cuenta a las esporas, ésta proporción sube a casi un 90% de taxones arbóreos. Finalmente, si eliminamos Pinaceae, conseguimos los siguientes valores: 85,85% de AP frente a 14,15% de NAP.

Nivel 13:

En este nivel, constituido por lutitas grises, se han contabilizado 1.497 granos de los cuales se han llegado a determinar 1.478, lo que representa un 98,73% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran como indeterminados son indeterminables (2,69%). La riqueza polínica de este nivel es de 294.685,035 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuye en 26 taxones: 4 de criptógamas, 5 de gimnospermas y 17 de angiospermas (8 arbóreas y 9 herbáceas). Hay que resaltar que un 57,69% de estos presenta anemofilia, frente a un 26,92% con entomofilia. El resto (15,39%) corresponde a las esporas, las cuales poseen una dispersión fundamentalmente hidrófila.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes se aprecia una mayor proporción de gimnospermas:

Criptógamas = 37,35%

Gimnospermas = 45,80%

Angiospermas = 16,85%

Entre las criptógamas hemos de indicar la presencia de *Laevigatosporites*, tipo *Polypodium*, esporas de Osmundaceae y triletas indeterminadas. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas": *Liquidambar* y *Betula*; y como "otras no arbóreas": Ranunculaceae, *Polygonum* y *Scabiosa*.

Entre las taxodiáceas hemos detectado únicamente la presencia del tipo *Taxodium*.

Considerando la totalidad de los palinomorfos hallados, los taxones arbóreos y los herbáceos se encuentran representados aproximadamente en un 50%. Si no tenemos en cuenta las esporas, entonces el porcentaje de arbóreos se dispara hasta casi un 90%. Si eliminamos Pinaceae, el valor de AP baja hasta un 73,27%, siendo el de NAP de 26,73%.

Nivel 14:

Nivel constituido por lutitas grises con vetas de lignitos, aunque fértil, no representativo desde un punto de vista palinológico.

Nivel 15:

En este nivel, compuesto por lutitas grises, se han contabilizado 757 granos de los cuales se han llegado a determinar 587, lo que representa un 77,54% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran como indeterminados, son indeterminables (28,96%). La riqueza polínica de este nivel es de 148.046,875 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuye en 28 taxones: 1 de criptógamas, 8 de gimnospermas y 19 de angiospermas (12 arbóreas y 7 herbáceas). Hay que resaltar que un 71,43% de estos presenta anemofilia, frente a un 25% con entomofilia. El resto (3,57%)

corresponde a las esporas y a taxones como *Trapa* que tiene granos de polen hidrófilos.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes se aprecia una mayor proporción de granos de polen de gimnospermas:

Criptógamas = 1,36%

Gimnospermas = 53,49%

Angiospermas = 45,15%

Entre las criptógamas únicamente hemos detectado esporas de Osmundaceae. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas": *Picea*, *Ephedra*, *Juglans*, *Myrica*, *Betula*, tipo *Robinia* y Ericaceae; y como "otras no arbóreas": *Trapa*, *Epilobium*, *Potamogeton*, Amaranthaceae-Chenopodiaceae, Cistaceae y Apiaceae.

Entre las taxodiáceas hemos detectado únicamente la presencia del tipo *Taxodium*.

Tanto si consideramos la totalidad de los palinomorfos hallados, como si tenemos en cuenta todos los elementos menos esporas y Pinaceae, los taxones arbóreos son preponderantes en más de un 90% con respecto a los herbáceos. Las proporciones sin estimar esporas y Pinaceae son: 93,34% de AP frente a 6,66% de NAP.

Nivel 16:

En este nivel, constituido por lignitos, se han contabilizado 765 granos de los cuales se han llegado a determinar 566, lo que representa un 73,98% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran como indeterminados, se agrupan en indeterminados (0,13%) e indeterminables (25,88%). La riqueza polínica de este nivel es de 499.999,9786 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuye en 26 taxones: 4 de criptógamas, 6 de gimnospermas y 16 de angiospermas (11 arbóreas y 5 herbáceas). Hay que resaltar que un 61,54% de estos presenta anemofilia, frente a un 23,07% con entomofilia. El resto (15,39%) corresponde a las esporas, las cuales poseen una dispersión fundamentalmente hidrófila.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes se aprecia que el grupo mayoritario son las gimnospermas, seguidas por angiospermas y criptógamas:

Criptógamas = 23,67%

Gimnospermas = 44,87%

Angiospermas = 31,46%

Entre las criptógamas hemos de indicar la presencia de *Laevigatosporites*, esporas de Marchantiales, Osmundaceae y triletas indeterminadas. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas": *Myrica*, *Ilex*, Ericaceae y Oleaceae indet.; y como "otras no arbóreas": *Epilobium* y Apiaceae.

Entre las taxodiáceas hemos detectado de forma puntual al tipo *Taxodium* y al género *Sciadopitys*.

Si consideramos la totalidad de los palinomorfos hallados, los taxones arbóreos predominan en casi un 75%. Si no tenemos en cuenta las esporas, este porcentaje se eleva a casi un 90%. Finalmente, si eliminamos de estos cálculos a Pinaceae, obtenemos los siguientes resultados: 87,57% de AP frente a 12,43% de NAP:

Nivel 17:

Este nivel formado por lutitas grises, aunque fértil, no es representativo desde el punto de vista palinológico.

Nivel 18:

En este nivel, compuesto por lignitos, se han contabilizado 669 granos de los cuales se han llegado a determinar 498, lo que representa un 74,44% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran como indeterminados son indeterminables (25,56%). La riqueza polínica de este nivel es de 121.195,64 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuye en 24 taxones: 3 de criptógamas, 3 de gimnospermas y 18 de angiospermas (12 arbóreas y 6 herbáceas). Hay que resaltar que un 58,33% de estos posee anemofilia, frente a un 29,16% con entomofilia. El resto (12,51%) corresponde a las esporas, las cuales tienen una dispersión fundamentalmente hidrófila.

La distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes muestra una mayor proporción de gimnospermas que de criptógamas y angiospermas:

Criptógamas = 30,72%

Gimnospermas = 44,58%

Angiospermas = 24,7%

Entre las criptógamas hemos de indicar la presencia de Osmundaceae, *Laevigatosporites* y triletas indeterminadas. En el diagrama polínico se han incluido como

"otras arbóreas": *Platycarya*, *Cornus* y Sapotaceae; y como "otras no arbóreas": Rubiaceae.

Entre las taxodiáceas hemos detectado únicamente la presencia del tipo *Taxodium*.

Si consideramos la totalidad de los palinomorfos hallados, los taxones arbóreos se encuentran en una proporción mayor del 60%. Si eliminamos las esporas, este porcentaje sube hasta casi el 90%. Si no tenemos en cuenta ni las esporas ni Pinaceae, las arbóreas continúan siendo preponderantes con un 80,41% frente a las no arbóreas, representadas con un 19,59%.

Nivel 19:

En este nivel, constituido por lutitas grises, se han contabilizado 1.997 granos de los cuales se han llegado a determinar 1.964, lo que representa un 98,35% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran como indeterminados son indeterminables (1,65%). La riqueza polínica de este nivel es de 351.408,44 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuye en 45 taxones: 4 de criptógamas, 9 de gimnospermas y 32 de angiospermas (21 arbóreas y 11 herbáceas). Hay que resaltar que un 51,11% de estos posee anemofilia, frente a un 40% con entomofilia. El resto (8,89%) corresponde a las esporas, las cuales presentan una dispersión fundamentalmente hidrófila, y a taxones como *Salix*, que pueden tener polinización anemófila y entomófila.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes se aprecia que las gimnospermas y las angiospermas presentan porcentajes semejantes:

Criptógamas = 13,49%

Gimnospermas = 41,75%

Angiospermas = 44,76%

Entre las criptógamas hemos de indicar la presencia de *Laevigatosporites*, *Polypodyaceoisporites*, esporas de Osmundaceae y triletas indeterminadas. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas": *Cedrus*, *Juglans*, *Myrica*, *Carpinus*, *Tilia*, *Salix*, *Cornus*, *Ilex*, *Parthenocissus*, *Acer*, *Lonicera*, tipo *Robinia*, Ericaceae y Sapotaceae; y como "otras no arbóreas": Ranunculaceae, *Polygonum*, Apiaceae, Lamiaceae y Cyperaceae.

Entre las taxodiáceas hemos detectado la presencia del tipo *Taxodium*, y de una forma puntual la del tipo *Sequoia*.

Si consideramos la totalidad de los palinomorfos hallados, los taxones arbóreos

aparecen en un porcentaje mayor que los no arbóreos ($\approx 70\%$). Si no tenemos en cuenta las esporas, ésta proporción sube a casi un 80% de taxones arbóreos. Finalmente, si no valoramos Pinaceae, conseguimos los siguientes valores: 67,30% de AP frente a 32,70% de NAP.

Nivel 20:

Este nivel, formado por arenas, es estéril desde un punto de vista palinológico.

Nivel 21:

En este nivel, constituido por lutitas grises, se han contabilizado 1.958 granos de los cuales se han llegado a determinar 1.871, lo que representa un 95,56% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran como indeterminados, se agrupan en: indeterminados inaperturados (0,051%), otros indeterminados (0,15%) e indeterminables (4,24%). La riqueza polínica de este nivel es de 363.703,7 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuye en 45 taxones: 4 de criptógamas, 10 de gimnospermas y 31 de angiospermas (18 arbóreas y 13 herbáceas). Hay que resaltar que un 55,55% de estos posee anemofilia, frente a un 33,33% con entomofilia. El resto (11,12%) corresponde a las esporas, las cuales presentan una dispersión fundamentalmente hidrófila, y a taxones como *Salix*, que pueden tener polinización anemófila y entomófila.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes se aprecia una clara preponderancia de las angiospermas frente a gimnospermas y criptógamas:

Criptógamas = 2,19%

Gimnospermas = 34,9%

Angiospermas = 62,91%

Entre las criptógamas hemos de indicar la presencia de *Lycopodium*, *Laevigatosporites*, tipo *Polypodium* y esporas de Osmundaceae. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas": *Cedrus*, *Ephedra*, *Engelhardia*, *Juglans*, *Platycarya*, *Betula*, *Myrica*, *Salix*, *Ilex*, *Rhamnus*, *Fraxinus* y Oleaceae; y como "otras no arbóreas": *Convolvulus*, *Potamogeton*, Amaranthaceae-Chenopodiaceae, Apiaceae, Lamiaceae y Liliaceae.

Entre las taxodiáceas hemos detectado fundamentalmente la presencia del tipo *Taxodium*, y de una forma puntual la del tipo *Sequoia*.

Si consideramos la totalidad de los palinomorfos hallados, los taxones arbóreos predominan sobre los herbáceos en más de un 65%. Si no tenemos en cuenta las esporas, el porcentaje de arbóreas se eleva hasta un 75%. Si eliminamos Pinaceae, la proporción obtenida es la siguiente: 68,79% de AP frente a 31,21% de NAP.

Nivel 22:

Nivel, constituido por arenas, sin contenido palinológico.

Nivel 23:

Nivel formado por lutitas grises, aunque fértil, no presenta un número de palinomorfos suficientemente significativo.

Nivel 24:

Nivel, constituido por arenas, estéril palinológicamente hablando.

Nivel 25:

Nivel, compuesto por arenas, sin contenido palinológico.

Nivel 26:

Nivel, constituido por arenas, estéril desde el punto de vista palinológico.

Nivel 27:

En este nivel, constituido arenas de grano fino, se han contabilizado 1.000 granos de los cuales se han llegado a determinar 995, lo que representa un 99,5% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran como indeterminados, son indeterminables (0,5%). La riqueza polínica de este nivel es de 189.393,935 granos/gramo de sedimento.

El polen determinado se distribuye en 13 taxones: 5 de gimnospermas y 8 de angiospermas (5 arbóreas y 3 herbáceas). Hay que resaltar que un 92,31% de estos presenta anemofilia, frente a un 7,69% con entomofilia.

No se ha hallado ni una sola espora en este nivel. Entre los taxones restantes, las gimnospermas se encuentran en una proporción muy elevada con respecto a las angiospermas:

Criptógamas = 00,00%

Gimnospermas = 95,37%

Angiospermas = 46,23%

Si consideramos la totalidad de los palinomorfos hallados, los taxones arbóreos dominan en más de un 95%. Si de este porcentaje eliminamos Pinaceae, la proporción se invierte, siendo ahora el componente herbáceo el preponderante (39,13% de AP frente a 60,87% de NAP).

Nivel 28:

Nivel constituido por arenas de grano grueso, estéril desde un punto de vista palinológico.

Nivel 29:

Nivel formado por lutitas sin contenido palinológico.

Nivel 30:

Nivel compuesto por arenas estéril desde un punto de vista polínico.

Nivel 31:

En este nivel, formado por lignitos, se han contabilizado 6.166 granos de los cuales se han llegado a determinar 6.051, lo que representa un 98,13% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran como indeterminados se agrupan en indeterminados inaperturados (0,032%), otros indeterminados (0,065%) e indeterminables (1,75%). La riqueza polínica de este nivel es de 1.237.500 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuye en 49 taxones: 3 de criptógamas, 9 de gimnospermas y 36 de angiospermas (53 arbóreas y 17 herbáceas). Hay que resaltar que un 55,1% de estos presenta anemofilia, frente a un 36,73% con entomofilia. El resto (8,17%) corresponde las esporas, las cuales presentan una dispersión fundamentalmente hidrófila.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes se aprecia una elevada proporción de gimnospermas, con respecto a angiospermas y criptógamas:

Criptógamas = 0,53%

Gimnospermas = 58,85%

Angiospermas = 40,62%

Entre las criptógamas hemos de indicar la presencia de *Laevigatosporites*, esporas de Osmundaceae y triletas indeterminadas. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas": *Picea*, *Ephedra*, *Liquidambar*, *Engelhardia*, *Juglans*, *Carpinus*, *Tilia*, *Buxus*, *Parthenocissus*, *Fraxinus*, tipo *Robinia*, Ericaceae y Arecaceae ; y como "otras no arbóreas" :Ranunculaceae, *Polygonum*, *Epilobium*, *Convolvulus*, *Phlomis*, *Valeriana*, *Potamogeton*, Cistaceae, Lamiaceae, Rubiaceae y Liliaceae.

Entre las taxodiáceas hemos detectado, únicamente de forma puntual, al tipo *Taxodium*.

Si consideramos la totalidad de los palinomorfos hallados, los taxones arbóreos predominan sobre los herbáceos en más de un 80%. Si no tenemos en cuenta las esporas, el porcentaje de arbóreas se eleva hasta un 85%. Aunque si no valoramos Pinaceae, la proporción obtenida es algo menor: 74,9% de AP frente a 25,1% de NAP.

Resultados

La mina de Sampsor presenta 15 niveles fértiles y suficientemente representativos, en donde se han contado un total de 28.508 palinomorfos.

En el diagrama polínico (Fig. 79), los taxones de aparición puntual se han reunido como "otros AP" y "otros NAP". En estos grupos hemos incluido los siguientes taxones:

- "Otros AP" :*Cedrus*, *Ephedra*, *Liquidambar*, *Engelhardia*, *Juglans*, *Platycarya*, *Myrica*, *Betula*, *Carpinus*, *Tilia*, *Salix*, Ericaceae, Sapotaceae, tipo *Robinia*, *Cornus*, *Ilex*, *Buxus*, *Rhamnus*, *Parthenocissus*, *Acer*, *Hedera*, *Fraxinus*, *Phyllirea*, *Lonicera*, *Viburnum* y Arecaceae.

- "Otros NAP" : Ranunculaceae, Amaranthaceae-Chenopodiaceae, *Polygonum* tipo *persicaria*, Droseraceae, Cistaceae, *Myriophyllum*, Thymelaeaceae, *Trapa*, *Epilobium*, *Geranium*, Apiaceae, *Convolvulus*, *Phlomis*, Lamiaceae, Rubiaceae, *Valeriana*, *Scabiosa*, *Potamogeton*, Cyperaceae y Liliaceae.

En el diagrama polínico (Fig. 79), podemos observar que los taxones mejor representados son *Pinus*, *Alnus* y las esporas de criptógamas, entre éstas las más abundantes son asignables a la familia Osmundaceae y al género parataxónico *Laevigatosporites*. Como

ya hemos explicado en la discusión de la mina de Sanavastre, la abundancia de estos taxones seguramente es debida a una sobrerrepresentación por su tipo de dispersión polínica. Por esta razón las gimnospermas son el grupo vegetal más abundante en los niveles 2, 3, 13, 15, 16, 18, 27 y 31. Por su parte, las angiospermas predominan en 1, 7, 10, 11, 12, 19 y 21, destacándose los porcentajes de *Alnus* (Fig. 80).

BESSEDIK (1985), estudió únicamente tres niveles de esta mina, en donde destacó por sus porcentajes: *Pinus*, *Cathaya*, *Quercus*, *Fagus* y *Ulmus-Zelkova*, los cuales también han sido encontrados por nosotros de una manera apreciable (Fig. 79). Este autor también, aunque con un porcentaje mucho menor, reseñó la presencia del género *Engelhardia*. Sin embargo, nosotros solamente hemos encontrado este taxón de forma puntual.

Considerando la totalidad de los taxones estudiados hay que señalar que en todos los casos, menos en el nivel 11, constituido por lutitas grises, el tanto por ciento de taxones anemófilos es superior al de entomófilos. En el nivel mencionado se igualan los porcentajes debido tanto a una preservación diferencial de los palinomorfos entomófilos como a una mayor diversidad, que efectivamente es alta.

Del mismo modo que en la mina de Sanavastre, existe una concordancia entre los valores obtenidos con los índices de diversidad de Simpson y Shannon (Fig. 81).

Tras aplicar los anteriores índices hallamos una diversidad alta en los niveles 3, 7, 11, 15, 16, 18, 19 y 21. Los niveles 7 y 19 presentan según estos índices el valor de diversidad más elevado para la mina de Sampsor.

El índice de Simpson en general nos indica una diversidad media/alta, por su parte, aplicando el de Shannon, obtenemos unos valores medios.

Los niveles con mayor equitabilidad se corresponden con los de mayores diversidades según los índices de Simpson y Shannon, aunque también el 13 la posee elevada.

El nivel 27, dada la clara abundancia de *Pinus* que posee y el bajo número de taxones que presenta, es el que posee menor diversidad, según los tres índices utilizados, del mismo modo es el que presenta unos valores más bajos de equitabilidad.

Sin valorar los porcentajes de esporas, los AP dominan en todo el diagrama frente a los NAP (Fig. 70 y 80), luego en principio parece que, durante la deposición de los distintos niveles de la mina de Sampsor, la zona de estudio se encontró poblada por densos bosques.

Al dividir los taxones estudiados según su hábitat hipotético sin valorar ni esporas ni Pinaceae (Fig. 80), observamos que las plantas acuáticas (démicas autóctonas) aparecen con

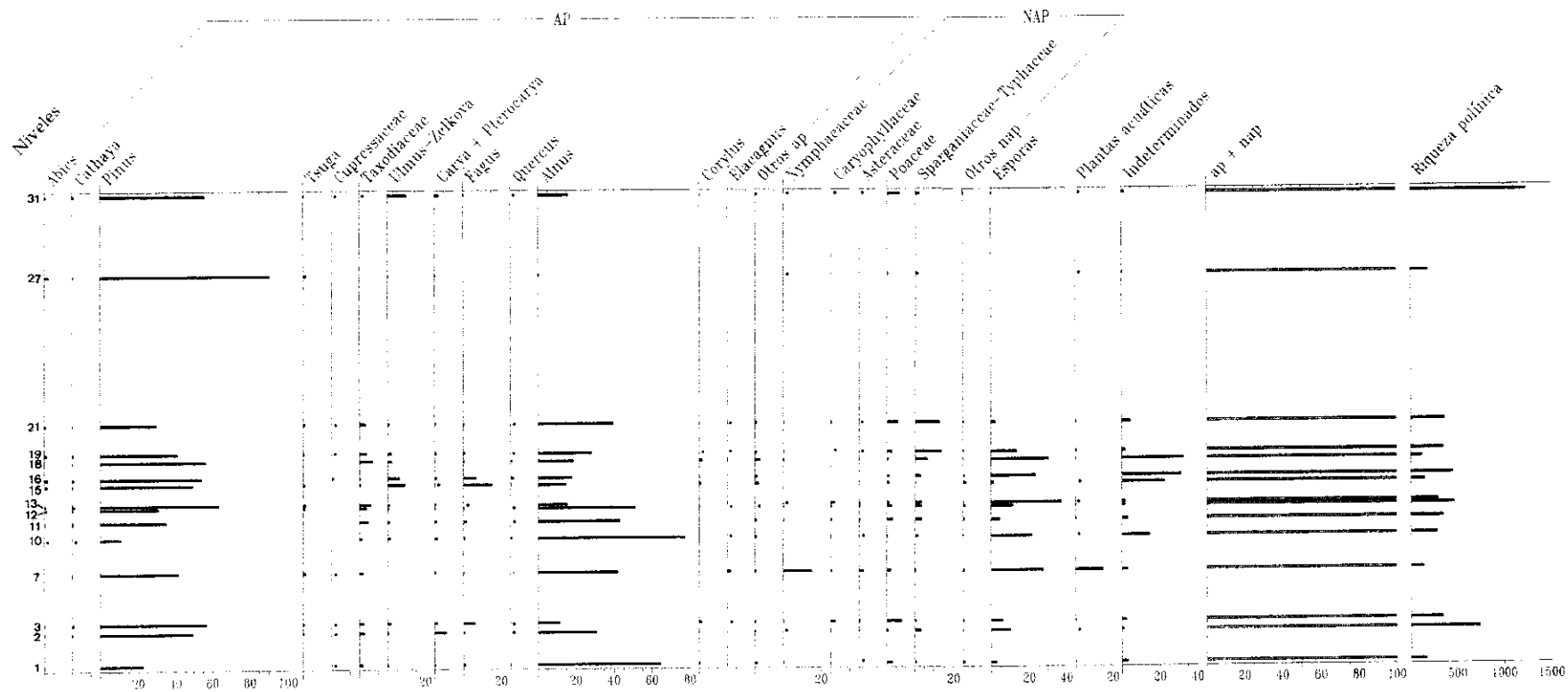


Fig. 79. Diagrama polínico de la mina de Sampson.

unos porcentajes muy bajos. Posiblemente debido a la destrucción de sus palinomorfos durante los procesos de fosilización. Sin embargo hemos de reseñar que en el nivel 7 encontramos un pico de abundancia que es debido a un elevado porcentaje de Nymphaeaceae. La riqueza de granos de polen de esta familia pudiera deberse a un aumento de importancia de las zonas de aguas someras, quizás por descenso del nivel de las aguas del lago.

Como en el caso de la mina de Sanavastre, a causa de la sobrerrepresentación de *Alnus*, las plantas ripícolas (démicas alóctonas) son las que aparecen en una proporción más elevada (Fig. 80). La vegetación no ligada a medios acuáticos destaca en los niveles 3 y 15, llegando a una proporción algo inferior a la de ribera en los niveles 16 y 31.

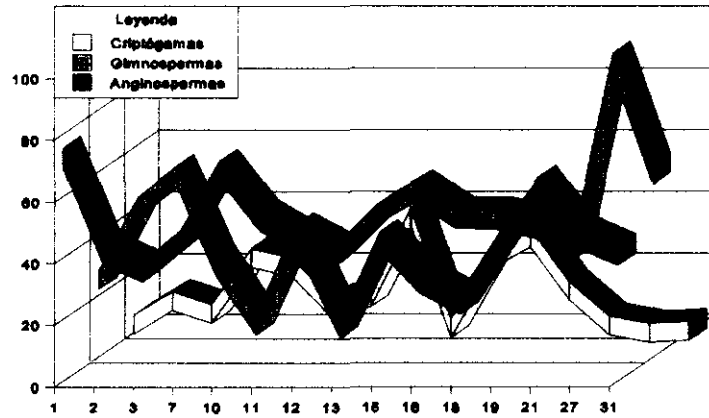
En el conjunto de las plantas ripícolas tienen dominancia numérica los taxones arbóreos, en donde destaca *Alnus*, como ya hemos mencionado. El único nivel donde las NAP ribereñas superan a las AP es en el número 27, ya mencionado por su baja diversidad, en donde el porcentaje de Sparganiaceae-Typhaceae supera a *Alnus*. Es posible que durante la deposición se produjera una apertura de las formaciones boscosas riparias, produciéndose un mayor desarrollo de los vegetales herbáceos ribereños, también es posible que en este nivel, empobrecido de palinomorfos, se hubiera producido una destrucción de distintos tipos de granos de polen.

Entre las plantas no ligadas a medios acuáticos se produce una alternancia de niveles en los que predominan los NAP y en los que destacan los AP (Fig. 80), lo que podría haberse debido tanto a diferentes etapas de desarrollo de las comunidades vegetales de la zona, como a una destrucción diferencial de granos de polen durante los procesos de fosilización.

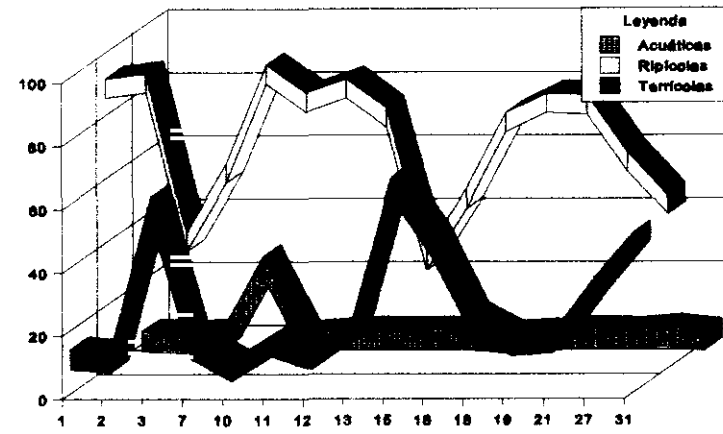
En los niveles donde el elemento herbáceo aparece con superioridad sobre el arbóreo destaca Poaceae. Tal vez estos palinomorfos provengan de comunidades de ribera, por ejemplo, de plantas del género *Phragmites*. Si esto fuera así, AP dominaría numéricamente sobre NAP. No obstante, hay que destacar los porcentajes apreciables que presentan en esta mina las cariofiláceas (niveles 2, 3, 7, 11, 12, 13 y 21) y las compuestas, entre las cuales las liguliflorae aparecen de forma más abundante que las tubuliflorae (niveles 2, 3, 7, 11, 12 y 13); lo que parece indicar que quizás durante la deposición de los niveles de esta mina se sucedieron períodos en los que los bosques fueron el elemento preponderante del paisaje, y momentos en donde se abrió la vegetación y las formaciones herbáceas adquirieron importancia en la zona, formándose praderas (niveles 1, 7, 11, 12, 13, 21 y 27) (Fig. 80).

Mina de Samsor

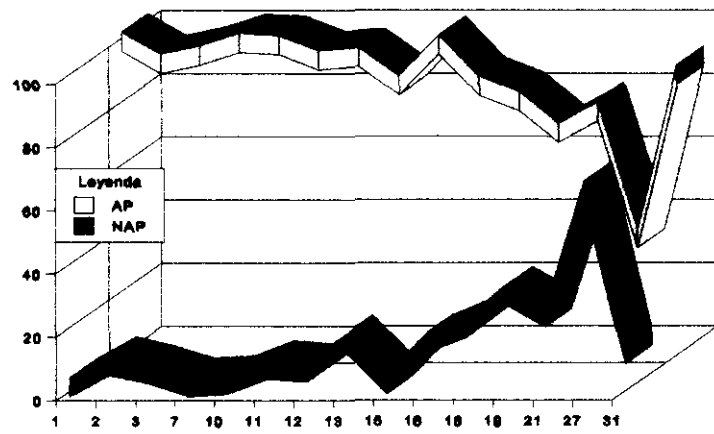
Grupos vegetales/porcentajes



Hábitats/porcentajes



Hábito/Ripícolas



Hábito/Terrícolas

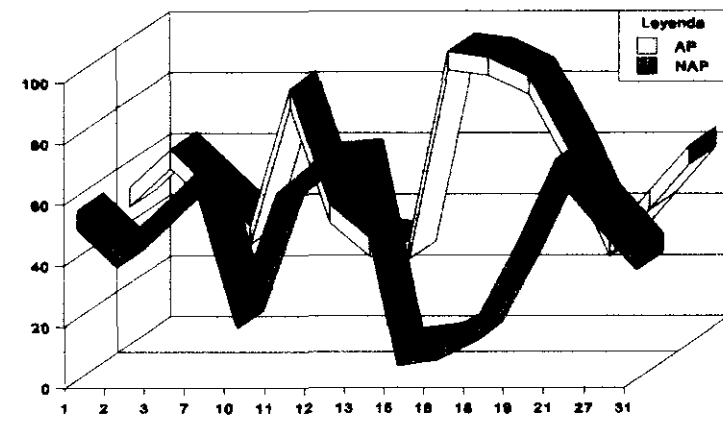


Fig. 80

En el nivel 3 destaca el porcentaje de *Fagus*; en el 15 y 16, los de *Fagus* y *Ulmus-Zelkova*; y en el nivel 31 sobresale el tanto por ciento de *Ulmus-Zelkova*. Tanto los hayedos como los bosques de ulmáceas debieron tener importancia en los ecosistemas de la Cerdaña en ciertos períodos de tiempo. En los niveles más inferiores de la mina *Fagus* posee una mayor representación que *Ulmaceae*; en el nivel 7 la proporción de *Fagus* desciende desapareciendo *Ulmus-Zelkova*, lo que parece coincidir con un período cálido, como indica el porcentaje reseñable de *Elaeagnus*, género mesotérmico. En la zona intermedia del diagrama los porcentajes de *Fagus* y *Ulmus-Zelkova* se igualan, luego parece que hubo un enfriamiento del clima. Por último, hacia el techo de la formación (nivel 31), *Fagus* casi desaparece, incrementándose *Ulmus-Zelkova* lo que podría ser debido a un aumento de la extensión de las zonas pantanosas, como parecen indicar los niveles de *Carya* y *Pterocarya*.

A diferencia de la mina de Sanavastre, donde el elemento microtérmico que destacaba en su diagrama polínico era *Betula*, el que resalta en Sampson es *Abies*, si bien éste puede comportarse también como micro/mesotérmico. *Abies* se encuentra presente a lo largo de todo el diagrama menos en el nivel 7, lo que parece confirmar que durante la deposición de este nivel se desarrolló un período de condiciones cálidas. Este género se encuentra en los niveles 1, 2 y 3 menos representado que en el resto, lo cual podría señalar que las condiciones ambientales de la base de la sucesión, aunque frescas, fueron más cálidas que las que se desarrollaron a partir del nivel 10 hasta el techo de la columna. El género *Cathaya* se comporta a lo largo del diagrama de forma similar a *Abies*, lo mismo parece ocurrirle a *Tsuga* (género microtérmico y meso/microtérmico). Sin embargo hay que destacar que este último aparece de forma apreciable en el nivel 7, lo que podría explicarse de dos formas diferentes: i) la o las especies de *Tsuga* que existieron en la Cerdaña poseyeron una mayor capacidad de resistencia a climas cálidos, ii) hubo una sustitución de especies, es decir, la especie de *Tsuga* del nivel 7 tal vez no fue la misma que la del resto de los niveles.

A diferencia de los datos ofrecidos por BESSEDIK (1985), en donde *Quercus* es un taxón importante, los porcentajes hallados por nosotros son muy bajos, teniendo la máxima representación en el nivel 16. Además este nivel corresponde con un máximo de *Cupressaceae*, un descenso en los niveles de *Fagus*, *Ulmus-Zelkova* y *Corylus* y la desaparición de *Tsuga*; quizás este nivel correspondió a un período de menores precipitaciones, que provocaron un cambio en la composición de los bosques.

Finalmente debemos comentar que las taxodiáceas, abundantes a lo largo de todo el

Mina de Sampsor

Tipo Índice	Nivel	1	2	3	7	10	11	12	13	15	16	18	19	21	27	31
Simpson		0,585	0,717	0,704	0,819	0,674	0,729	0,721	0,732	0,776	0,799	0,791	0,800	0,769	0,191	0,662
Shannon		0,631	0,765	0,860	0,887	0,718	0,810	0,791	0,765	0,821	0,851	0,811	0,913	0,857	0,237	0,720
Equitabilidad		0,402	0,460	0,530	0,595	0,455	0,487	0,468	0,534	0,562	0,588	0,587	0,552	0,510	0,207	0,420

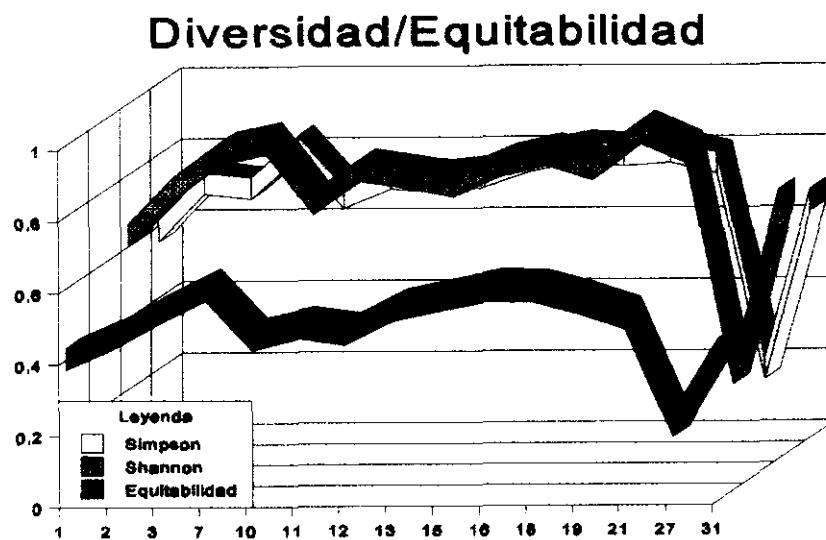


Fig. 81

diagrama, desaparecen en el techo de la formación, y que además esto corresponde en el nivel 31 con un aumento de taxones ligados a medios acuáticos. Es posible que durante este período las condiciones ambientales no favorecieran el crecimiento de las taxodiáceas, quizás hubo una reducción de la humedad relativa de aire, que es alta en los bosques actuales de taxodiáceas, aunque no se redujera e incluso aumentara la humedad edáfica.

Tras el estudio del desarrollo del diagrama polínico proponemos la siguiente zonación climatoestratigráfica:

a) Durante el depósito de los niveles comprendidos entre el nivel 1 al 3 se desarrolló en la zona un clima templado en donde existieron taxones como *Taxodiaceae*, *Ulmus-Zelkova*, *Fagus*, *Carya* y *Pterocarya*, etc...

b) Mientras se sedimentaron los materiales del nivel 7 transcurrió un periodo cálido donde destaca la presencia del género *Elaeagnus* y *Nymphaeaceae*.

c) Durante la deposición de los niveles comprendidos entre el 10 y el 17 se volvió a desarrollar un clima templado similar al de a), reseñándose los mismo taxones mencionados.

d) Por último durante el depósito de los materiales del nivel 31 existió un clima templado húmedo como indican los altos porcentajes hallados del polen tipo *Ulmus-Zelkova* y de *Carya+Pterocarya*.

El estudio de correlación de los niveles de la mina de Sampson (Fig. 82) nos unifica por una parte los niveles 31 y 27, que quizás se desarrollaron en condiciones ambientales parecidas; estos son a su vez agrupados con el 15. Los niveles 1, 2 y 3 se reúnen en un mismo grupo, posiblemente también se desarrollaron bajo condiciones climáticas semejantes. A estos se les une el 16, el cual como hemos mencionado, parece que se formó en un momento de mayor sequedad ambiental. El nivel 7, se correlaciona por separado, debido a su diferente composición polínica.

Algunos taxones cuya presencia hemos detectado en nuestras preparaciones de forma puntual, seguramente debieron habitar en zonas muy lejanas a la de estudio, ya que presentan una gran producción polínica y anemofilia. Citemos: *Cedrus*, *Picea*, *Sciadopitys*, *Liquidambar*, *Engelhardia* y *Arecaceae*, entre otros.

El estrato arbustivo parece haber tenido cierta importancia en algunos períodos, como indican los porcentajes de *Corylus* (niveles 3, 15 y 18). La presencia puntual de *Ericaceae* (niveles 2, 3, 10, 12, 16, 19 y 31), *Buxus* (niveles 1 y 12) y otros nanofanerófitos, como *Viburnum* (niveles 1 y 11), parecen indicar la existencia de distintos tipos de comunidades

arbustivas.

La presencia en algunos niveles de Sapotaceae, *Cathaya*, Taxodiaceae y otras plantas mega/mesotérmicas y mesotérmicas parecen indicar un clima general subtropical o templado-cálido. Aunque la presencia de elementos meso/microtérmicos o microtérmicos, seguramente ligados a zonas montañosas, señalan que en la Cerdaña hubo unas condiciones climáticas de tipo templado.

La riqueza polínica (Fig. 79) no parece en esta mina encontrarse determinada por el tipo de litología, ya que encontramos riquezas semejantes tanto en lignitos como en arenas y lutitas. Posiblemente, se haya producido destrucción polínica en todos ellos.

En resumen, parece que durante la formación de los sedimentos de la mina pudieran haberse sucedido períodos en los que la vegetación arbórea era dominante en la zona (niveles 2, 10, 15, 16, 18 y 31), con otros en los que pudieron formarse comunidades herbáceas abiertas (niveles 1, 3, 7, 11, 12, 13, 21, y 27).

Parece que el clima fue de tipo templado cálido como indica a lo largo de todo el diagrama la presencia de taxones como *Platycarya*, *Myrica* y Sapotaceae, entre otros, aunque la presencia de taxones como *Abies* indica períodos frescos en la base y que las condiciones fueron mucho más frías en la zona media y el techo de ésta. La presencia de un nivel (7) con porcentajes apreciables de *Elaeagnus* y ausencia de *Abies* indica un momento cálido. El aumento en los porcentajes de ulmáceas y juglandáceas, así como la desaparición de taxodiáceas en el techo de la formación (nivel 31) podría indicar un mayor desarrollo de

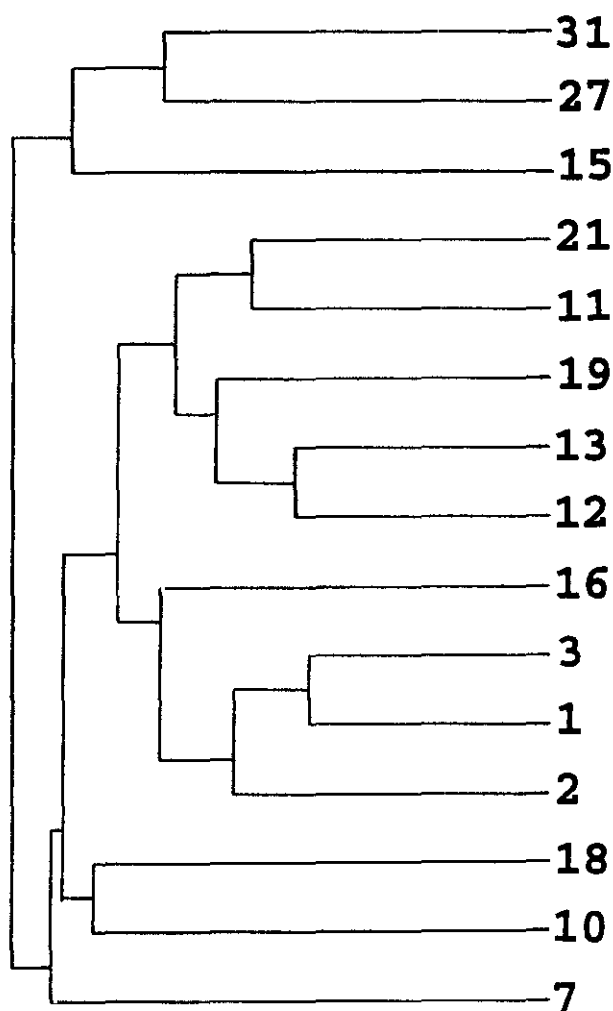


Fig. 82. Análisis de correlación de los niveles de la mina de Sampson

zonas acuáticas junto con una disminución de la humedad relativa del aire. Un aumento de *Quercus* y cupresáceas, acompañado por una disminución de *Fagus* y ulmáceas (nivel 16) podría ser debido aun período de descenso de la precipitaciones.

7.1.3. VERTEDERO DE SAMPSOR

Hasta el momento, no se han encontrado en este afloramiento restos macroscópicos de vegetales. No obstante, se han podido estudiar sus sedimentos desde un punto de vista palinológico.

-Microflora: se tomaron cuatro muestras de base a techo a diferentes distancias las unas de las otras según el tipo de litología observada, obteniéndose palinomorfos en todas ellas.

Muestra 1: esta muestra se ha tomado en la base del afloramiento. Se trata de arenas con vetas de lignitos, donde se han contabilizado 7.539 granos de los cuales se han llegado a determinar 7.512, lo que representa un 99,64% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran como indeterminados se agrupan en indeterminados (0,026%) e indeterminables (0,33%). La riqueza polínica de este nivel es de 1.498.214,286 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuye en 40 taxones: 7 de criptógamas, 8 de gimnospermas y 25 de angiospermas (16 arbóreas y 9 herbáceas). Hay que resaltar que un 62,5% de estos posee anemofilia, frente a un 20% con entomofilia. El resto (17,5%) corresponde a las esporas de criptógamas, las cuales presentan una dispersión fundamentalmente hidrófila, y a taxones como *Salix*, que pueden tener polinización anemófila y entomófila.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes se aprecia un porcentaje destacado de gimnospermas frente a criptógamas y angiospermas:

Criptógamas = 25,21%

Gimnospermas = 60,16%

Angiospermas = 14,63%

Entre las criptógamas hemos de indicar la presencia de *Lycopodium*, *Polypodysporites*

favus, *Laevigatosporites*, tipo *Polypodium*, esporas de Marchantiales, Osmundaceae y triletas indeterminadas. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas": *Cedrus*, *Picea*, *Liquidambar*, *Acer* y Ericaceae; y como "otras no arbóreas": Ranunculaceae, Lamiaceae y Liliaceae.

Entre las taxodiáceas hemos detectado únicamente de forma puntual al tipo *Taxodium*.

Si consideramos la totalidad de los palinomorfos hallados, los taxones arbóreos dominan en más de un 70% sobre los no arbóreos. Si no tenemos en cuenta las esporas, este porcentaje asciende hasta más del 95%. Finalmente, si no valoramos los porcentajes de Pinaceae obtenemos la siguiente proporción: 76,78% de AP frente a 23,22% de NAP.

Muestra 2: fue recogida 35 cm por encima de la primera, presentando una litología de arcillas con vetas de lignitos donde se han contabilizado 753 granos de los cuales se han llegado a determinar 725, lo que representa un 96,28% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran como indeterminados se agrupan en: indeterminados inaperturados (0,26%), otros indeterminados (0,66%) e indeterminables (2,79%). La riqueza polínica de este nivel es de 151.984,127 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuye en 39 taxones: 4 de criptógamas, 7 de gimnospermas y 28 de angiospermas (16 arbóreas y 12 herbáceas). Hay que resaltar que un 56,41% de estos posee anemofilia, frente a un 30,77% con entomofilia. El resto (12,82%) corresponde las esporas, las cuales presentan una dispersión fundamentalmente hidrófila, y a taxones como *Salix*, que puede tener dispersión anemófila y entomófila.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes se aprecia una preponderancia de las criptógamas frente a gimnospermas y angiospermas:

Criptógamas = 46,07%

Gimnospermas = 26,62%

Angiospermas = 27,31%

Entre las criptógamas hemos de indicar la presencia de *Laevigatosporites*, *Polypodysporites favus*, esporas de Osmundaceae y triletas indeterminadas. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas": *Picea* y *Myrica*; y como "otras no arbóreas": Ranunculaceae, *Epilobium*, *Geranium*, Rubiaceae y Liliaceae.

Entre las taxodiáceas sólo hemos encontrado palinomorfos del tipo *Taxodium*, el cual se encuentra representado por un escaso número de ejemplares.

Si consideramos la totalidad de los palinomorfos hallados, los taxones no arbóreos y los arbóreos se encuentran representados de forma más o menos igual al 50%. Si no tenemos en cuenta las esporas, el porcentaje de arbóreos se dispara hasta más de un 80%. Finalmente si eliminamos Pinaceae la proporción hallada es la siguiente: 72,73% de AP frente a 27,27% de NAP.

Muestra 3: recogida 16 cm por encima de la muestra anterior. Se trata de lignitos donde se han contabilizado 2.438 granos de los cuales se han llegado a determinar 2.200, lo que representa un 90,24% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran como indeterminados, se agrupan en: indeterminados inaperturados (0,16%), otros indeterminados (0,74%) e indeterminables (8,86%). La riqueza polínica de este nivel es de 469.581,749 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuye en 52 taxones: 4 de criptógamas, 8 de gimnospermas y 40 de angiospermas (25 arbóreas y 15 herbáceas). Hay que resaltar que un 50% de estos posee anemofilia, frente a un 38,46% con entomofilia. El resto (11,54%) corresponde a las esporas de criptógamas, las cuales presentan una dispersión fundamentalmente hidrófila, y a taxones como *Salix*, que puede tener polinización anemófila y entomófila.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes se aprecia una mayor proporción de angiospermas frente a gimnospermas y criptógamas:

Criptógamas = 10,77%

Gimnospermas = 23,86%

Angiospermas = 65,37%

Entre las criptógamas hemos de indicar la presencia de *Lycopodium*, *Laevigatosporites*, esporas de Osmundaceae y triletas indeterminadas. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas": *Picea*, *Ephedra*, *Liquidambar*, *Engelhardia*, *Myrica*, *Rhamnus*, *Ilex*, *Sambucus* y Ericaceae ; y como "otras no arbóreas": Ranunculaceae, *Trapa*, *Epilobium*, *Phlomis*, Cistaceae indet., Apiaceae, Lamiaceae y Liliaceae.

Entre las taxodiáceas sólo hemos encontrado palinomorfos del tipo *Taxodium*,

el cual se encuentra representado por un escaso número de ejemplares.

Si consideramos la totalidad de los palinomorfos hallados, los taxones arbóreos predominan sobre los herbáceos en más de un 75%. Si no valoramos las esporas, el porcentaje de arbóreas se eleva hasta un 85%. Si, por último, eliminamos Pinaceae, la proporción obtenida es la siguiente: 85,91% de AP frente a 14,09% de NAP.

Muestra 4: se tomó a techo de la formación. Se trata de arcillas con vetas de lignitos, donde se han contabilizado 811 granos de los cuales se han llegado a determinar 755, lo que representa un 93,09% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran como indeterminados, se agrupan en: inaperturados (0,61%), otros indeterminados (0,74%) e indeterminables (5,55%). La riqueza polínica de este nivel es de 160.317,4603 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuye en 34 taxones: 5 de criptógamas, 7 de gimnospermas y 22 de angiospermas (14 arbóreas y 8 herbáceas). Hay que resaltar que un 52,94% de estos posee anemofilia, frente a un 14,70% con entomofilia. El resto (32,36%) corresponde las esporas, las cuales presentan una dispersión fundamentalmente hidrófila, y a taxones como *Salix*, que la pueden tener anemófila y entomófila.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes se acusa un mayor porcentaje de gimnospermas con respecto a los otros dos grupos:

Criptógamas = 16,16%

Gimnospermas = 54,96%

Angiospermas = 28,89%

Entre las criptógamas hemos de indicar la presencia de *Laevigatosporites*, *Converrucosisporites*, esporas de Osmundaceae y triletas indeterminadas. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas": *Picea* y *Myrica*; y como "otras no arbóreas": *Myriophyllum*.

Entre las taxodiáceas hemos detectado de una forma puntual los tipos *Taxodium* y *Sequoia*.

Si consideramos la totalidad de los palinomorfos hallados, los taxones arbóreos predominan sobre los herbáceos en más de un 65%. Si no tenemos en cuenta las esporas, el porcentaje de arbóreas se eleva hasta más de un 85%. Si, por último, no valoramos los

porcentajes de Pinaceae, la proporción obtenida es la siguiente: 78,15% de AP frente a 21,85% de NAP.

Resultados

Se han contado en este afloramiento un total de 11.541 granos, que corresponden a 67 taxones diferentes, habiéndose reunido en el diagrama polínico (Fig. 83) los de aparición puntual como "otros AP" y "otros NAP". En estos grupos se han incluido a los siguientes géneros y familias:

- "Otros AP": *Cedrus*, *Picea*, *Ephedra*, *Liquidambar*, *Engelhardia*, *Myrica*, *Acer*, *Rhamnus*, *Ilex*, *Fraxinus*, *Sambucus* y Ericaceae.

- "Otros NAP": Ranunculaceae, *Myriophyllum*, *Trapa*, *Epilobium*, *Geranium*, *Phlomis*, Cistaceae indet., Apiaceae, Lamiaceae, Rubiaceae y Liliaceae.

El estudio del diagrama polínico (Fig. 83) nos indica que los taxones mejor representados son las criptógamas y *Pinus*; entre las primeras hay que destacar que *Laevigatosporites* y las esporas de Osmundaceae poseen elevados porcentajes. Además, son reseñables los elevados tantos por ciento de *Ulmus-Zelkova*, *Fagus*, *Quercus*, *Alnus*, *Poaceae* y Sparganiaceae-Typhaceae. Todos estos taxones, salvo las esporas, presentan una dispersión anemófila de sus granos de polen, y, seguramente, en el caso de *Pinus*, exista una sobrerrepresentación. La gran abundancia de esporas en todas las muestras, destacándose la 3, nos indica desarrollo de helechadas en una zona próxima al lugar de fosilización.

Las muestras 1 y 4 destacan por su alto contenido en gimnospermas y el 2 y 3 por el mayor porcentaje de esporas y angiospermas que respectivamente poseen (Fig. 84).

El estudio de la diversidad en este afloramiento nos indica un máximo en la muestra 3, según los índices utilizados, ya que en él se han determinado un buen número de taxones que tienen a su vez una aceptable representación en cuanto al número de especímenes (Fig. 85).

El resto de las muestras estudiadas presentan una diversidad media/alta, según el índice usado. La equitabilidad indica que la muestra en la que existe más dominancia es la 1, donde *Pinus* aparece con un elevado porcentaje.

Sin estimar las esporas, los AP se encuentran en un porcentaje superior al 85% en todas las muestras frente a los NAP (Figs. 83 y 84). Si no tuviéramos en cuenta a las Pinaceae, el valor de AP desciende un poco, pero queda siempre por encima de un 70% de

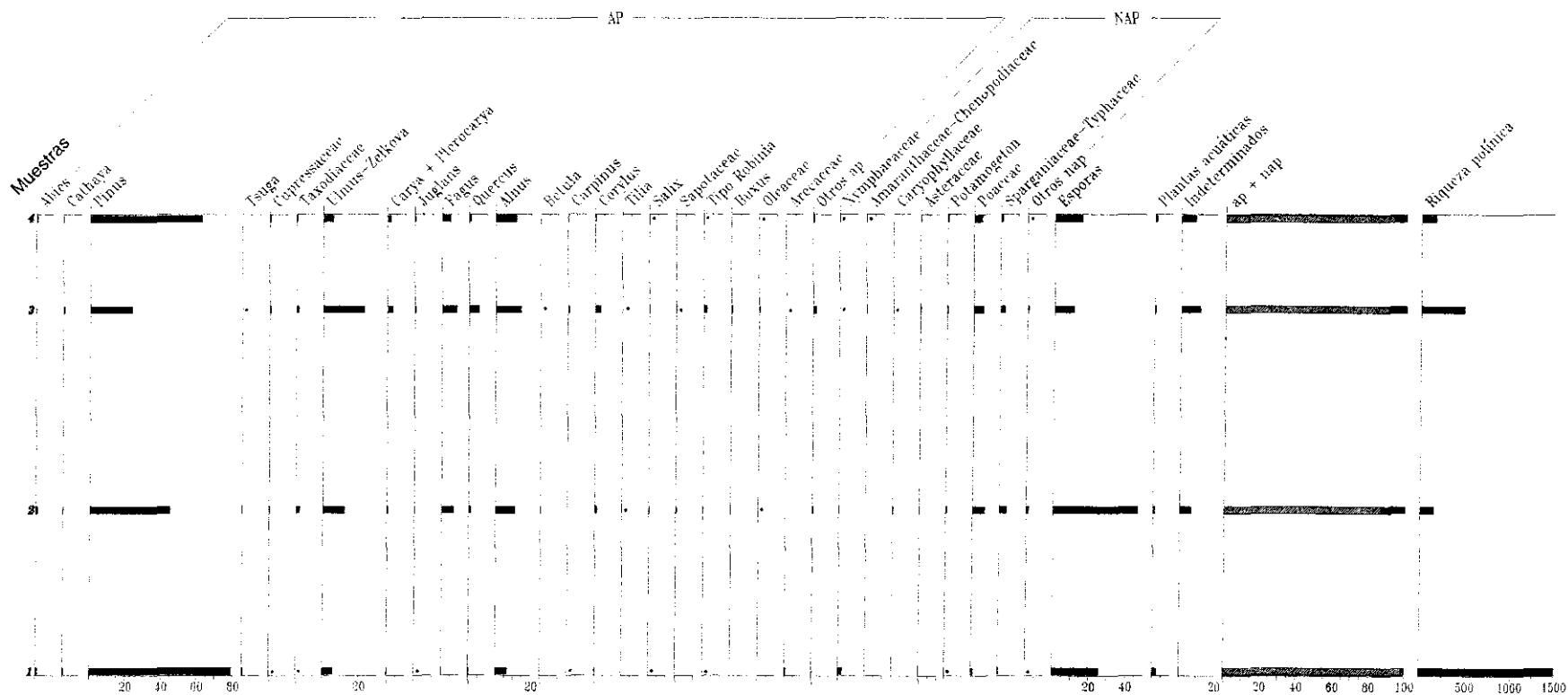


Fig. 83. Diagrama polínico del vertedero de Sampson.

abundancia.

Si se agrupan los taxones según su posible hábitat sin valorar los porcentajes de pináceas (Fig. 84), las plantas no vinculadas directamente con zonas húmedas (adémicas alóctonas) se encuentran en mayor proporción que el resto de plantas. Las ripícolas (démicas alóctonas) se sitúan en segunda posición, debemos destacar que los porcentajes de *Alnus* no son tan elevados como los de las minas de Sanavastre y Sampsor, quizás porque durante los períodos de formación de los sedimentos de este afloramiento, este género no debió ser tan abundante en las asociaciones riparias de la zona; o quizás, si tenemos en cuenta el efecto Neves, quizás estos sedimentos se hayan depositado en una zona más lejana de las orillas del lago.

Las plantas acuáticas no tienen una alta representación en este afloramiento, siendo la muestra 1 la que presenta un mayor porcentaje. En ésta se destaca la presencia de Nymphaeaceae, lo cual pudiera indicar un mayor desarrollo de aguas someras. En el resto de las muestras, *Potamogeton* es el taxón acuático con mayor representación.

Entre las ripícolas el elemento arbóreo predomina sobre el herbáceo, debido a los porcentajes de *Alnus* y *Carya+Pterocarya*. En la muestra 2 aumentan ligeramente las NAP ribereñas debido a un ligero aumento de Sparganiaceae-Typhaceae y un descenso de *Carya+Pterocarya*.

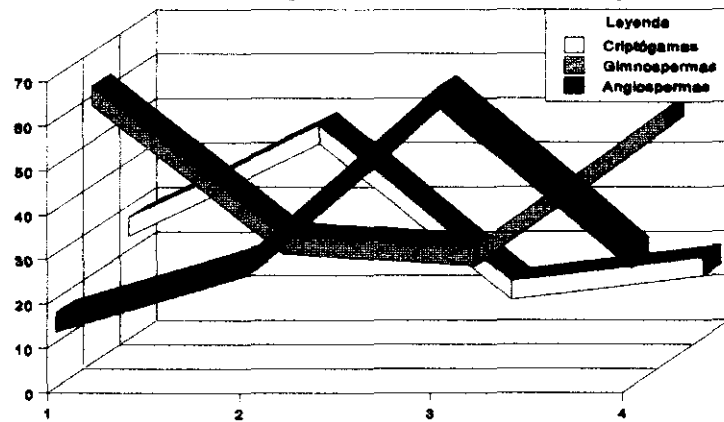
El componente arbóreo también domina numéricamente entre las plantas terrícolas (adémicas alóctonas), siendo *Ulmus-Zelkova* el taxón de mayor presencia, seguido por *Fagus*. Las herbáceas están representadas por Poaceae, y en menor medida, por Amaranthaceae-Chenopodiaceae, Caryophyllaceae y Asteraceae (las tubuliflorae predominan en todos los niveles menos en el 1 donde lo hacen las liguliflorae). El aumento del porcentaje de NAP en la muestra 2, tanto entre los elementos ribereños como entre los terrestres, corresponde con un descenso en la riqueza polínica (Figs. 83 y 84), lo que podría ser debido a un problema de índole tafonómica.

Sin considerar a *Pinus* por su casi segura sobrerrepresentación, como hemos dicho anteriormente, los taxones arbóreos mejor representados en el diagrama polínico son *Ulmus-Zelkova* y *Alnus*, su abundante presencia parece indicar la existencia de gran humedad edáfica y la formación de bosques de ribera.

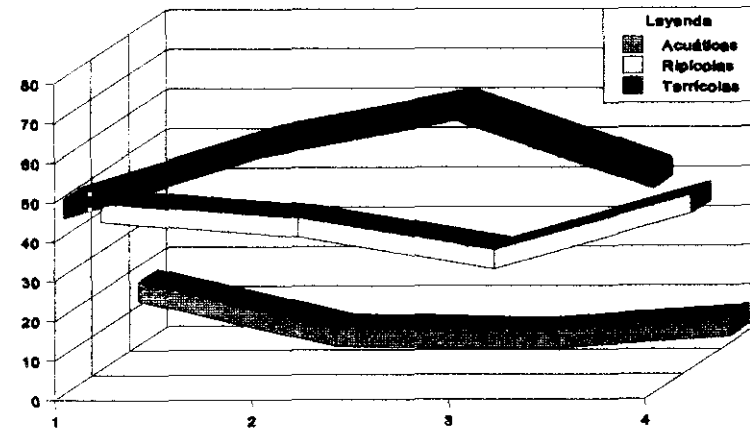
En la base del afloramiento destaca la ausencia casi total de *Fagus* y la no presencia de *Betula*, lo que, junto con la representación de Arecaceae, parece indicar el desarrollo de

Vertedero de Sampson

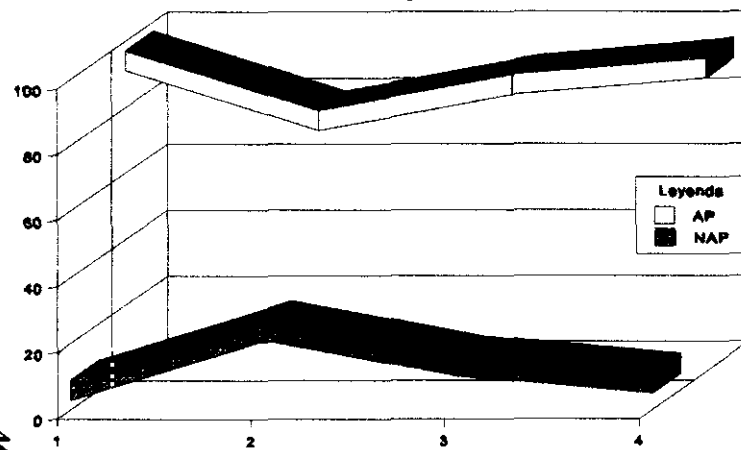
Grupos vegetales/porcentajes



Hábitats/porcentajes



Hábito/Ripícolas



Hábito/Terrícolas

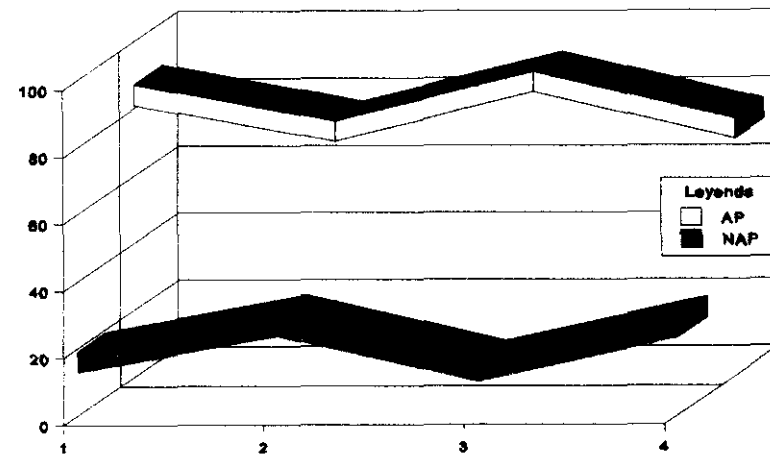


Fig. 84

un período cálido. La existencia de palmeras hace pensar en una menor humedad, lo cual también es señalado por *Quercus* tipo *ilex-coccifera* (cuyos tantos por ciento se han sumado en el diagrama polínico a los de otras quercíneas, pero que en esta muestra son el único tipo que representa a *Quercus*). Por último en la muestra 1 existe un pico de Nymphaeaceae que, como hemos indicado, podría señalar una somerización del lago. El aumento de la sequedad ambiental quizás también esté indicado por la ausencia de Taxodiaceae.

La segunda muestra destaca porque presenta los mayores porcentajes de *Betula*, incrementándose *Fagus*, *Quercus*, *Corylus* y apareciendo Taxodiaceae. La deposición de sus materiales parece corresponder con un momento de enfriamiento climático.

Posiblemente la formación de los lignitos de la muestra 3 se correspondió con un período algo más cálido que el del nivel anterior, ya que hay una desaparición casi total de *Betula*, un aumento de *Quercus*, del tipo *Robinia* y de oleáceas (*Fraxinus* y Oleaceae indet.).

Por último, la muestra 4 es posible que pueda corresponder con un momento de mayor aumento de las temperaturas y de la sequía que el de la muestra 3, a causa de la aparición del tipo *Quercus ilex-coccifera*, aunque esta no parece tan acentuada como en la 1 ya que las Arecáceas no se encuentran representadas. Este tipo, que como hemos dicho, se ha incluido en el diagrama polínico con el resto de palinomorfos de *Quercus*, presenta unos porcentajes apreciables en este nivel. La aparición de este taxón en el vertedero de Sampsor coincide con un aumento de *Pinus* y una disminución de *Ulmus-Zelkova*, lo que parece ratificar que se desarrollaron períodos cálidos durante la deposición de los materiales de 1 y 4.

Las muestras 2 y 3 indican bosques diversos en donde habitaron especies como *Juglans*, *Carpinus*, *Tilia*, Oleaceae y leguminosas arbóreas del tipo *Robinia*. El componente arbustivo debió ser importante como muestran la presencia de *Corylus* en todas las muestras y *Buxus* en la 3.

La presencia de *Abies*, *Cathaya* y *Tsuga* no parece indicar un refrescamiento climático, posiblemente las especies que estuvieron representadas en la zona durante este período se desarrollaron tanto en condiciones cálidas como frescas; o quizás hubo una sustitución de especies adaptadas a climas cálidos por especies de climas más frescos y viceversa.

La abundancia de elementos mesotérmicos y meso/microtérmicos parecen indicar que en la Cerdaña, durante la formación de los sedimentos de este afloramiento, hubo un clima templado que era más cálido a base y techo de la formación.

Todas las muestras de este afloramiento correlacionan juntas si las comparamos con

Vertedero de Sampson

Tipo Índice	Nivel	1	2	3	4
Simpson		0,614	0,763	0,886	0,732
Shannon		0,637	0,891	1,158	0,888
Equitabilidad		0,392	0,553	0,662	0,575

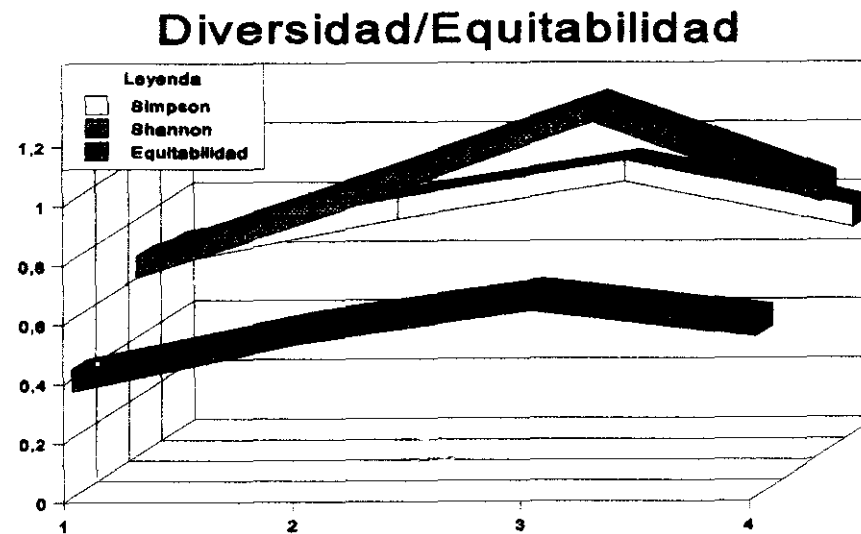


Fig. 85

todos los demás, exceptuando las minas de Sampsor y Sanavastre que son con las que se agrupan de una forma más estrecha, como veremos en el capítulo de síntesis. Más concretamente, las muestras 1 y 4, y 2 y 3 se agrupan por separado (Fig. 114, pág. 600), corroborando las conclusiones acerca del clima explicadas anteriormente.

7.1.4. GRAVERA DE PI

Se tomaron muestras en las arenas y en los estratos arcillosos de este afloramiento para realizar análisis polínicos, todos ellos han resultado estériles. Tampoco se han encontrado restos vegetales macroscópicos.

Es reseñable la existencia de una banda de hollín entre los conglomerados, que parece indicar la existencia de paleoincendios en la zona.

7.1.5. OLIÁ

En ambos yacimientos se tomaron muestras para realizar preparaciones palinológicas, además se colectaron en "Oliá 2" restos vegetales macroscópicos.

-Microflora:

Oliá 1:

Este afloramiento es estéril desde un punto de vista palinológico.

Oliá 2:

Se han contabilizado 1.013 granos de los cuales se han llegado a determinar 595, lo que representa un 58,736% del total. El resto de los palinomorfos estudiados se agrupan en indeterminados inaperturados (0,098%), otros indeterminados (2,665%) e indeterminables (38,499%). La riqueza polínica obtenida en este afloramiento es de 197.851,5625 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuye en 37 taxones (Tab. 1): 1 de criptógamas, 5 de gimnospermas y 31 de angiospermas (21 arbóreos y 10 herbáceos). Hay que resaltar que un 51,35% de estos posee anemofilia, frente a un 40,54% con entomofilia. El resto (8,11%) corresponde a las esporas, las cuales tienen una dispersión fundamentalmente hidrófila, y a taxones como *Salix*, con polinización tanto anemófila como entomófila.

Los valores de diversidad según los diferentes índices son los siguientes:

-Simpson = 0,804

-Shannon = 0,955

La equitabilidad obtenida es 0,596.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes se aprecia una dominancia numérica clara de las angiospermas (69,422%) frente a las gimnospermas (30,41%), siendo muy bajo el porcentaje de criptógamas (0,168%) (Fig. 86).

Las criptógamas se encuentran únicamente representadas por una esporas de *Laevigatosporites*. Entre las gimnospermas hay un dominio numérico absoluto de la familia Pinaceae, con un 97,79% del total de este grupo. Hay que destacar al género *Pinus*, que representa un 83,97% del total de las gimnospermas. Dentro de las Pinaceae también hay que reseñar *Abies*, con un 7,18%, y *Cathaya*, con un 6,08% sobre el total de gimnospermas. La familia Cupressaceae posee un 2,21% sobre el total de gimnospermas.

Las angiospermas presentan mayor diversidad que las gimnospermas. Existen 7 familias, que en ningún caso sobrepasan el 30% del total de las angiospermas, que se destacan por su abundancia: Fagaceae (29,05%), Betulaceae (22,03%), Ulmaceae (16,94%), Poaceae (14,76%), Juglandaceae (2,90%), Asteraceae (2,66%) y Amaranthaceae-Chenopodiaceae (1,93%) (Fig. 86). Fagaceae es la familia de angiospermas mejor representada, poseyendo *Quercus* un porcentaje muy superior al de *Fagus* (Tab. 1). Entre las Betulaceae se destaca en primer lugar el género *Corylus* con 69 granos y en segundo *Alnus* con 20. Los tantos por ciento de *Betula* y *Carpinus* son meramente testimoniales. *Pterocarya* es el género de Juglandaceae con mayor presencia. Finalmente, la familia Asteraceae presenta mayor cantidad de granos asignables a las tubuliflorae, la aparición de liguliflorae es meramente puntual.

Se observa un predominio de los palinomorfos arbóreos frente a los no arbóreos (Fig. 86), tanto si consideramos los totales (84,20% de AP frente a 15,80% de NAP), como si eliminamos esporas y Pinaceae (77,70% de AP frente a 22,30% de NAP).

Desde un punto de vista paleobiológico y tafonómico, sin valorar esporas y Pinaceae, obtenemos los siguientes porcentajes (Fig. 86):

Démicas autóctonas = 00,00%

Démicas alóctonas = 9,59%

Adémicas alóctonas = 90,41%

En los dos grupos representado en la Cerdaña (Fig. 86) el porcentaje de elementos

arbóreos es muy superior al de herbáceos (démicas alóctonas: AP = 95%, NAP = 5%; adémicas alóctonas: AP = 75,86%, NAP = 24,13%).

- Macroflora:

En el afloramiento "Oliá 2" se han colectado escasos restos foliares asignables a las especies: *Zelkova zelkovaefolia* y *Quercus hispanica*, los cuales se han encontrado en forma de impresiones. Hasta el momento en el yacimiento "Oliá 1" no ha aparecido ningún resto vegetal macroscópico.

Resultados

La ausencia de restos vegetales en "Oliá 1" pudiera ser debido a que durante la formación de este nivel las aguas presentarían niveles de oxígeno que permitieron el desarrollo de microorganismos detritívoros. La oxigenación de estas aguas está indicada por la existencia de moluscos en este yacimiento.

Al estudiar desde un punto de vista palinológico el afloramiento de "Oliá 2" observamos en primer término una preponderancia de angiospermas sobre gimnospermas y criptógamas, aunque, el taxón mejor representado es *Pinus*. En segundo, debemos indicar la abundancia de *Quercus*, *Ulmus-Zelkova* y *Corylus* (Tab. 1). Estos tres taxones presentan menor producción y dispersión polínica que *Pinus*, luego aunque los pinares seguramente tuvieron desarrollo en la zona, existieron formaciones forestales compuestas por bosques de quercíneas y ulmáceas.

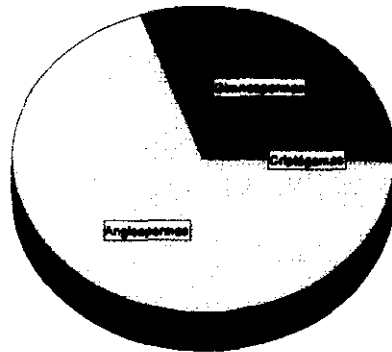
Los dos índices usados indican una diversidad alta. La equitabilidad es media ya que no existe dominancia numérica de un sólo taxón.

La existencia de ecosistemas forestales en la zona viene corroborada por el elevado tanto por ciento que poseen los AP frente a los NAP (siempre mayor de un 75%) tanto si tenemos en cuenta a todos los palinomorfos como si no estimamos los niveles de criptógamas y Pinaceae (Fig. 86).

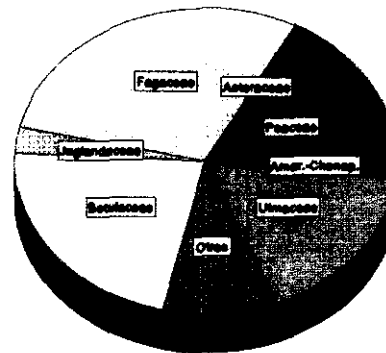
En este afloramiento no se han hallado palinomorfos de plantas acuáticas, seguramente debido a problemas de índole tafonómica. La mayoría de los taxones descritos no presentan una vinculación a las zonas húmedas. Las démicas alóctonas tienen poca representación, quizás las formaciones ribereñas no tuvieron un gran desarrollo durante la deposición de los sedimentos del afloramiento que nos ocupa.

Oliá 2

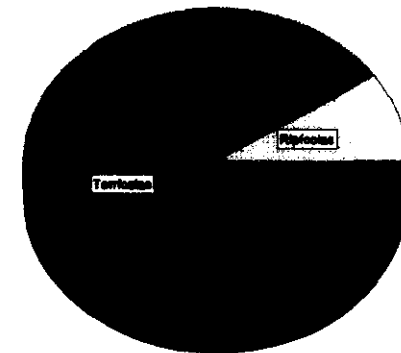
Grupos vegetales



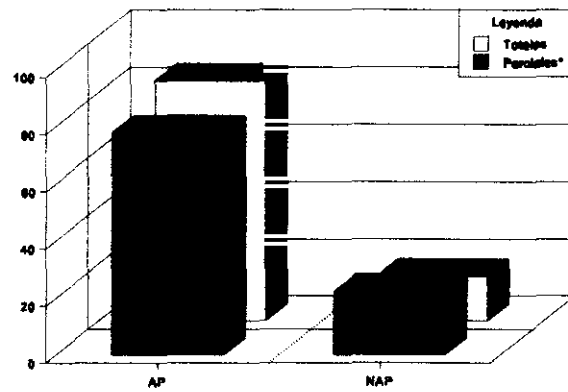
Angiospermas



Hábitat



AP/NAP



Hábitat/Hábito

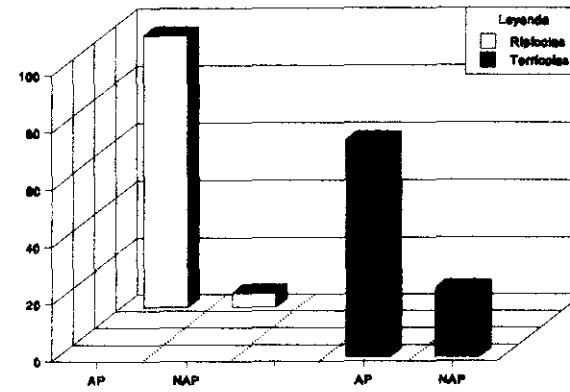


Fig. 86

Tanto entre las plantas dómicas alóctonas como entre las adómicas alóctonas, el componente arbóreo predomina sobre el herbáceo (Fig. 86).

Entre las gimnospermas debemos destacar el porcentaje de *Abies*, que indica condiciones montañosas; y la ausencia de Taxodiaceae, que quizás señale unas condiciones climáticas desfavorables (¿Reducción de precipitaciones, de zonas húmedas o de humedad ambiental?) para la instalación de estas plantas en la zona.

Los bosques riparios y de pantano no debieron tener tanto desarrollo en el momento de formación de este yacimiento como en otros períodos, como indica el bajo tanto por ciento que posee *Alnus* y la ya comentada inexistencia de taxodiáceas. En estos bosquetes debían integrarse además de *Alnus*, los géneros *Carya*, *Pterocarya*, *Salix* y *Fraxinus*; y el componente herbáceo estaría compuesto por Sparganiaceae-Typhaceae y posiblemente Poaceae.

Los árboles del género *Quercus* y del tipo *Ulmus-Zelkova*, debieron poblar extensamente la zona. Destaquemos la colecta de macrorrestos de *Quercus hispanica* y *Zelkova zelkovaefolia*. Como elementos del sotobosque de estas formaciones aparecerían *Ilex* y *Corylus*. Este último género parece encontrarse ligado a la existencia de robledales, como parecen reflejar los diagramas polínicos de otros yacimientos, por ejemplo el del torrente de Vilella que analizaremos posteriormente.

El género *Fagus* debió tener también alguna representación en la zona, pero su manifestación sería reducida. Algunos géneros acompañantes de las formaciones boscosas serían: *Juglans*, *Carpinus*, *Tilia*, *Elaeagnus*, etc... La escasa representación de *Fagus* en favor de *Quercus*, así como los bajos porcentajes de taxones hipoautóctonos ripícolas en donde no se incluyen las Taxodiaceae, podría indicar una reducción de precipitaciones o de las zonas pantanosas.

A diferencia de la diversidad, la riqueza polínica calculada no es muy elevada, quizás esto indique que existió destrucción tafonómica de los palinomorfos.

La mayoría de los géneros determinados en este afloramiento son mesotérmicos, lo que podría indicar unas condiciones templado cálidas.

Este yacimiento correlaciona con el de Beders y Riu de Santa María posiblemente a causa de la alta proporción de palinomorfos de angiospermas que presenta (Fig. 116).

En resumen, parece que durante la formación de este nivel en la Cerdaña se desarrollaron robledales y bosques de Ulmaceae bajo unas condiciones climáticas de tipo

cálido templadas en donde existió una reducción de las precipitaciones con respecto a otros afloramientos estudiados.

7.1.6. CAMINO AL SERRAT DE NAS

En los tres afloramientos estudiados se tomaron muestras para su análisis desde el punto de vista palinológico. En uno de ellos se colectaron algunos macrorrestos vegetales correspondientes a hojas de plantas acuáticas y raíces.

- Microflora:

Niveles de lignitos (1° afloramiento):

Estos lignitos, aunque fértiles, han dado un número no significativo de palinomorfos.

Nivel de lutitas (base del 2° afloramiento):

Se han contabilizado 2.452 granos de los cuales se han llegado a determinar 2.381, lo que representa un 97,10% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran como indeterminados, se agrupan en indeterminados inaperturados (0,04%), otros indeterminados (0,04%) e indeterminables (2,81%). La riqueza polínica de este nivel es de 429.446,775 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuye en 46 taxones: 2 de criptógamas, 8 de gimnospermas y 36 de angiospermas (21 arbóreas y 15 herbáceas). Hay que resaltar que un 54,34% de estos poseen anemofilia, frente a un 39,13% con entomofilia. El resto (6,53%) corresponde a las esporas, las cuales tienen una dispersión fundamentalmente hidrófila, y a taxones como *Salix*, con polinización anemófila y entomófila.

Los valores de diversidad según los diferentes índices son los siguientes:

-Simpson = 0,585

-Shannon = 0,668

La equitabilidad obtenida es 0,393.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes se estima una dominancia clara de las gimnospermas frente a angiospermas y criptógamas:

Criptógamas = 0,33%

Gimnospermas = 85,38%

Angiospermas = 14,29%

Entre las criptógamas hemos de indicar la presencia de *Laevigatosporites* y triletas indeterminadas. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas" : *Cedrus*, *Platanus*, *Juglans*, *Carya*, *Pterocarya*, *Carpinus*, *Corylus*, *Salix*, *Ilex*, *Buxus*, *Acer*, *Fraxinus*, *Olea*, *Lonicera*, *Sambucus*, Oleaceae indet. y Arecaceae; y como "otras no arbóreas" : Ranunculaceae, *Helianthemum*, *Geranium*, *Convolvulus*, *Echium*, *Potamogeton*, Amaranthaceae-Chenopodiaceae, Apiaceae y Cyperaceae.

Entre las taxodiáceas hay que señalar la escasa representación del tipo *Taxodium* y la presencia puntual del tipo *Sequoia*.

Si consideramos la totalidad de los palinomorfos hallados, los taxones arbóreos predominan en más de un 90%, dada la alta proporción de gimnospermas. Si no se tuvieran en cuenta las esporas y Pinaceae, hallamos que las arbóreas (81,41%) continúan encontrándose con mayor tanto por ciento que las no arbóreas (18,59%).

Nivel de arenas (techo del 2º afloramiento):

En este nivel se han contabilizado 3.246 granos de los cuales se han llegado a determinar 3.167, lo que representa un 97,56% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran como indeterminados se agrupan en indeterminados inaperturados (0,092%), otros indeterminados (0,21%) e indeterminables (2,12%). La riqueza polínica de este nivel es de 601.945,245 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuye en 54 taxones: 3 de criptógamas, 9 de gimnospermas y 42 de angiospermas (19 arbóreas y 23 herbáceas). Hay que resaltar que un 42,59% de estos presenta anemofilia, frente a un 50% con entomofilia. El resto (7,41%) corresponde a las esporas, las cuales presentan una dispersión fundamentalmente hidrófila, y a taxones como *Salix*, que puede presentarla anemófila y entomófila.

Los valores de diversidad según los diferentes índices son los siguientes:

-Simpson = 0,707

-Shannon = 0,850

La equitabilidad obtenida es 0,482.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más

importantes son las gimnospermas, como en el nivel anterior, las que presentan una mayor representación:

Criptógamas = 5,46%

Gimnospermas = 73,22%

Angiospermas = 21,32%

Entre las criptógamas hemos de indicar la presencia de *Laevigatosporites*, *Polypodiaceoisporites* y tipo *Polypodium*. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas" : *Liquidambar*, *Carya*, *Juglans*, *Betula*, *Corylus*, *Tilia*, *Salix*, *Ilex*, *Buxus*, *Rhamnus*, *Acer*, *Fraxinus*, *Sambucus*, cf. *Cycadaceae*, *Ericaceae*, *Oleaceae* y *Arecaceae*; y como "otras no arbóreas" : *Ranunculaceae*, *Cistus*, *Helianthemum*, *Euphorbia*, *Linum*, *Geranium*, *Convolvulus*, *Scabiosa*, *Potamogeton*, *Amaranthaceae-Chenopodiaceae*, *Cistaceae*, *Thymelaeaceae*, *Apiaceae*, *Lamiaceae*, *Rubiaceae* y *Liliaceae*.

Entre las *Taxodiaceae* el tipo *Taxodium* presenta un porcentaje reseñable, apareciendo el tipo *Sequoia* de una forma puntual.

Si consideramos la totalidad de los palinomorfos hallados, los taxones arbóreos presentan una mayor proporción ($\approx 80\%$) que los no arbóreos ($\approx 20\%$). Si no tuviéramos en cuenta ni las esporas ni *Pinaceae*, obtendríamos el siguiente porcentaje: 68,26% de AP frente a 31,74% de NAP.

Niveles de arenas (3º afloramiento):

En estas arenas no se han preservado granos de polen.

Nivel de arcillas grises (3º afloramiento):

Este nivel es estéril desde un punto de vista palinológico.

- Macroflora:

Se ha encontrado un elevado número de fragmentos de *Potamogeton orbiculare*, y restos de raíces indeterminables en el nivel de lutitas del segundo afloramiento. Esto parece indicar la autoctonía de los restos vegetales de este nivel.

Resultados

Únicamente se han encontrado restos vegetales estudiables desde un punto de vista paleobotánico en el segundo afloramiento. En los lignitos los granos de polen se encuentran

en bajo número y son indeterminables debido a que presentan destruída la esporodermis, lo cual posiblemente se debió a la acción de compuestos químicos oxidantes.

En los dos niveles estudiados del segundo afloramiento se ha obtenido un número significativo de palinomorfos, 5.698 granos en total, que corresponden a 63 taxones. Los de aparición puntual se han reunido como "otros AP": cf. *Cycadaceae*, *Cedrus*, *Liquidambar*, *Platanus*, *Juglans*, *Carya*, *Pterocarya*, *Betula*, *Carpinus*, *Corylus*, *Tilia*, *Salix*, *Ericaceae*, *Ilex*, *Buxus*, *Rhamnus*, *Acer*, *Fraxinus*, *Olea*, *Oleaceae*, *Lonicera*, *Sambucus* y *Arecaceae*; y como "otros NAP": *Ranunculaceae*, *Amaranthaceae*-*Chenopodiaceae*, *Cistus*, *Helianthemum*, *Cistaceae*, *Thymelaeaceae*, *Euphorbia*, *Linum*, *Geranium*, *Apiaceae*, *Convolvulus*, *Lamiaceae*, *Echium*, *Rubiaceae*, *Scabiosa*, *Potamogeton*, *Cyperaceae* y *Liliaceae*.

El taxon mejor representado en el diagrama es *Pinus*, seguramente sobrerrepresentado. En segunda posición habría que señalar otras coníferas (*Abies* y *Cathaya*), *Alnus* y en el nivel de arenas, esporas del paragénero *Laevigatosporites* (Fig. 87).

La diversidad es más elevada en el nivel de arenas que en el de lutitas debido al aumento del número de taxones herbáceos. El índice de Simpson indica unos valores medios en el nivel de lutitas y medio/altos en el de arenas; el de Shannon, una diversidad media en ambos niveles. La equitabilidad es baja e indica la existencia de dominancia de un taxón que en este caso es *Pinus*.

Tanto si estimamos todo el conjunto de palinomorfos, como si no valoramos ni a las esporas ni las *Pinaceae*, el porcentaje de AP es superior al de NAP en los dos niveles estudiados (Figs. 87 y 88).

Si reunimos los taxones desde un punto de vista paleobiológico y tafonómico, sin tener en cuenta ni esporas ni *Pinaceae*, los dérmicos aloctonos dominan porcentualmente sobre los otros dos grupos debido al porcentaje de *Alnus*. Por esta misma razón, el componente arbóreo es mayoritario en este grupo, es decir, existieron bosques ribereños y de pantano en donde se integraron *Alnus* y *Taxodiaceae* (Fig. 88).

Entre las plantas adémicas alóctonas, que se encuentran escasamente representadas a excepción de las pináceas que no consideramos en los porcentajes por sobrerrepresentación, las arbóreas predominan en el nivel de lutitas. En el de arenas la relación AP/NAP se invierte (Fig. 88), esto se debe fundamentalmente a la casi desaparición de *Ulmus-Zelkova*, *Fagus* y *Quercus* (que ya era muy bajo en el nivel anterior) y a un aumento de *Poaceae*.

Como ya hemos indicado en otros afloramientos, un aumento de *Poaceae* pudiera

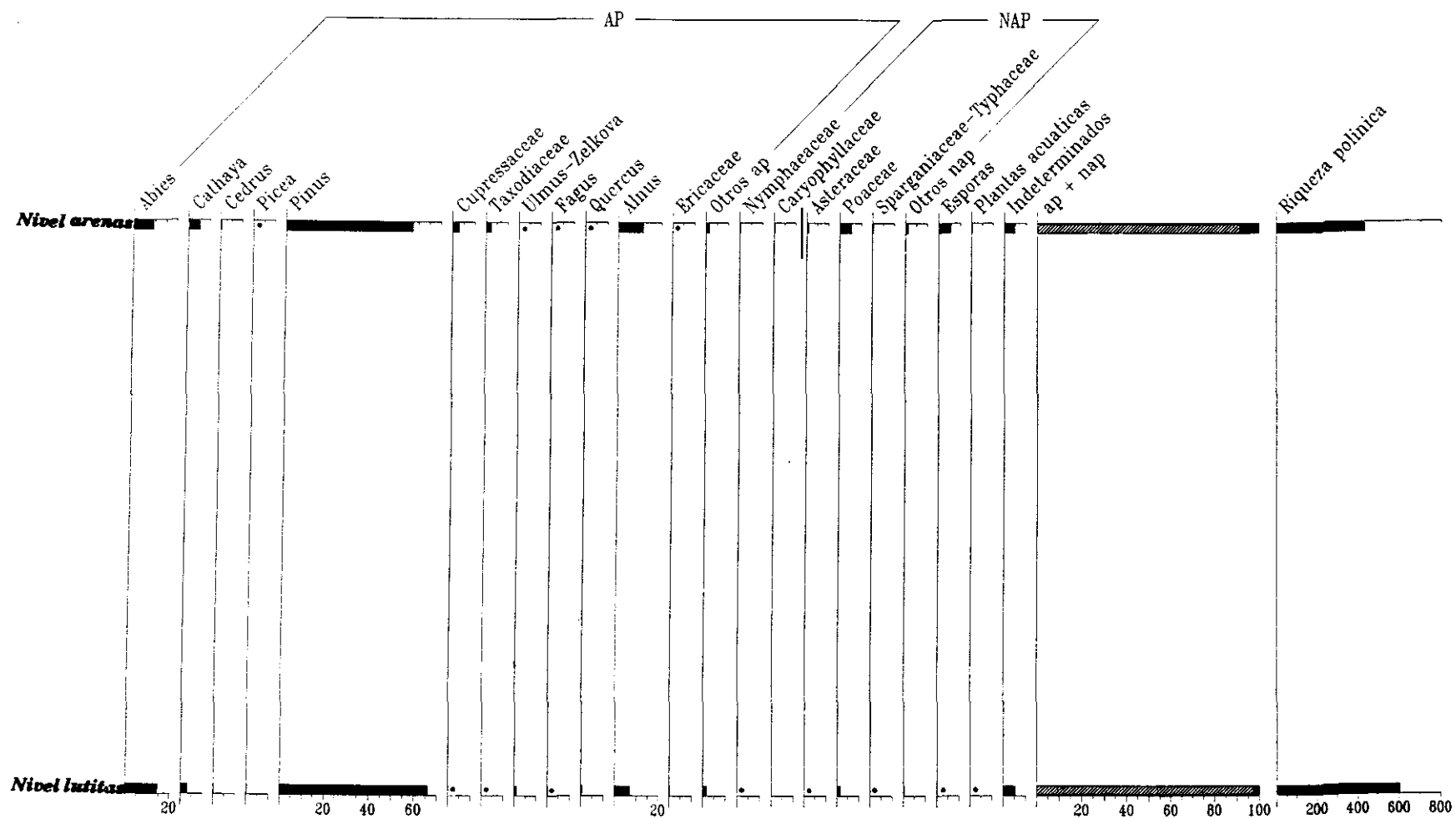


Fig. 87. Diagrama polínico del camino al Serrat de Nas.

significar la formación de carrizales o cañaverales en zonas pantanosas u orillas. Sin embargo, en este nivel, el aumento de Poaceae vienen acompañado por apreciables aunque bajos porcentajes de Caryophyllaceae, Asteraceae y "otras no arbóreas". Luego, posiblemente, se formaron zonas despejadas de árboles en donde se desarrollaron praderas. El desarrollo de comunidades herbáceas pudiera indicar un descenso de las precipitaciones en la zona. Es destacable el aumento de Cupressaceae que, quizás, podrían señalar condiciones de sequía.

En el nivel de lutitas del segundo afloramiento destaca la aparición de gran cantidad de restos de *Potamogeton orbiculare*. Esto indica que las plantas acuáticas tuvieron una gran importancia en los ecosistemas acuáticos de la zona. Sin embargo, este hecho no viene avalado por porcentajes apreciables de palinomorfos de plantas acuáticas que seguramente se destruyeron durante los procesos de fosilización. Además, hay que reseñar que la mayoría de los granos asignables a plantas acuáticas en el nivel de arenas deben ser atribuidos a la familia Nymphaeaceae y no a *Potamogeton*. Posiblemente, los granos de Nymphaeaceae sean más resistentes que los de otros taxones acuáticos.

Algunos de los taxones determinado debieron ser exóticos en la zona, habiéndolo sido arrastrados hasta aquí por los vientos, destaquemos: cf. Cycadaceae, *Platanus*, *Liquidambar*, *Arecaceae*, etc.

La mayoría de los taxones determinados son mesotérmicos o meso/microtérminos, lo que indica que en la zona hubo unas condiciones climáticas templadas o templado cálidas.

Al analizar la correlación observamos que los dos niveles de este afloramiento se nos agrupan por separado, debido a sus características palinológicas, con respecto a otros yacimientos (Fig. 116, pág. 602).

La riqueza polínica en los dos niveles presenta unos valores medios (Fig. 87).

En resumen, durante la formación del segundo afloramiento del Camino al Serrat de Nas se depositaron dos niveles, uno inferior de lutitas donde se desarrolló autóctonamente una importante población de plantas acuáticas reconocida a partir de macrorrestos, y uno superior de arenas. Durante la formación del nivel de lutitas parece que la Cerdaña estuvo poblada por bosques fundamentalmente de coníferas, aunque también debieron existir rodales de *Fagus*, *Quercus* y *Ulmus-Zelkova*. Durante la sedimentación del nivel de arenas, posiblemente se desarrollaron praderas en la región. Tal vez, la instalación de estas praderas viniera provocada por un descenso en las precipitaciones. El clima sería templado o templado cálido.

Camino al Serrat de Nas

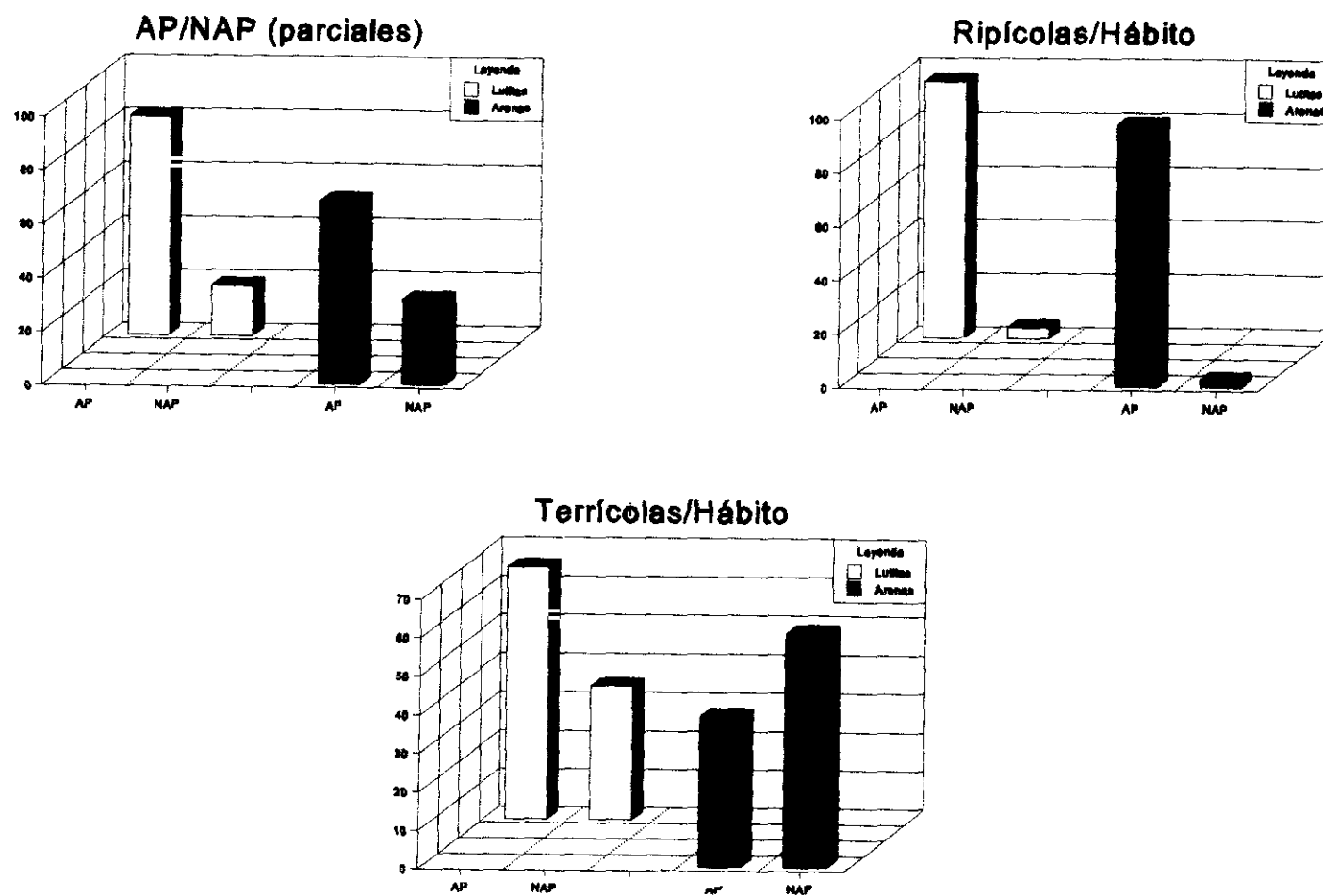


Fig. 88

7.1.7. CAN VILELLA (Fig. 89)

Hasta el momento no se han encontrado restos vegetales macroscópicos en este afloramiento. Se recogió una muestra de cada nivel procesándose para la obtención de palinomorfos.

- **Microflora:** de los 10 niveles estudiados sólo 4 han podido estudiarse desde un punto de vista micropaleontológico.

Nivel CV1:

Se encuentra formado por conglomerados, estéril desde un punto de vista palinológico.

Nivel CV2:

Constituido por lutitas grises, aunque fértil no se ha encontrado en él un número significativo de palinomorfos.

Nivel CV3:

Compuesto por lignitos, estéril desde un punto de vista palinológico.

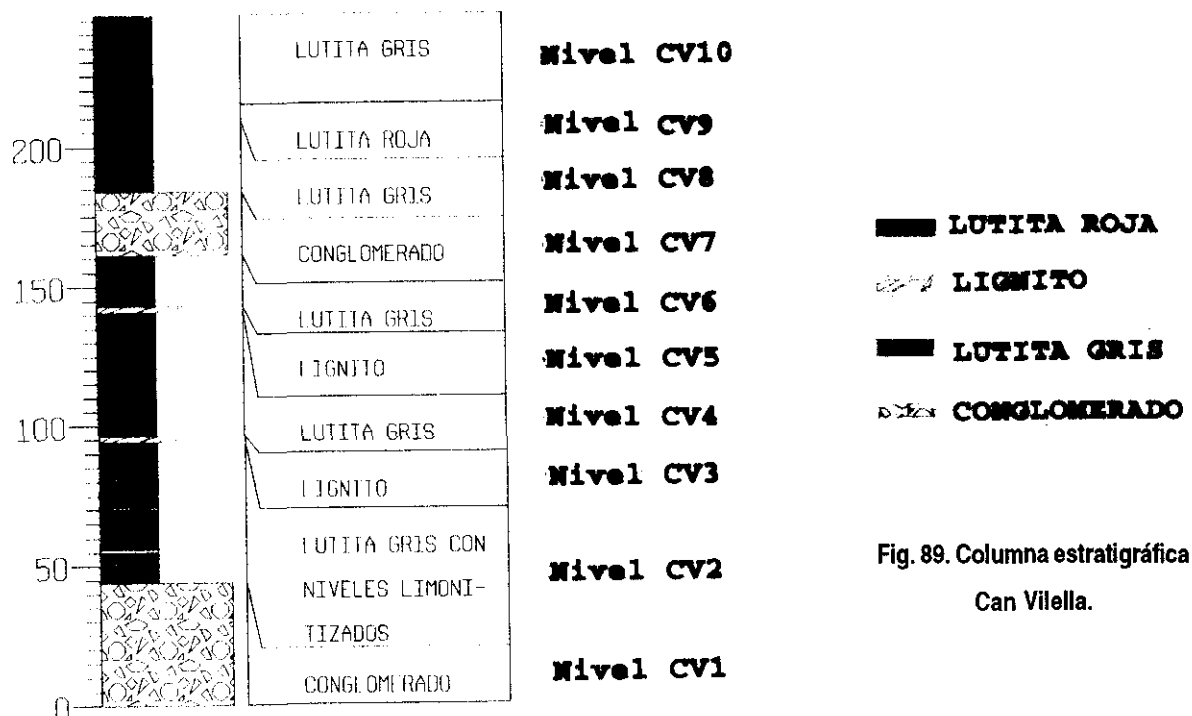


Fig. 89. Columna estratigráfica de Can Vilella.

Nivel CV4:

Constituido por lutitas grises. En él se han contabilizado 642 granos de los cuales se han llegado a determinar 617, lo que representa un 96,10% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran como indeterminados se agrupan en indeterminados inaperturados (0,62%), otros indeterminados (0,31%) e indeterminables (2,95%). La riqueza polínica de este nivel es de 123.653,8462 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuye en 27 taxones: 2 de criptógamas, 9 de gimnospermas y 16 de angiospermas (8 arbóreas y 8 herbáceas). Hay que resaltar que un 74,07% de estos poseen anemofilia, frente a un 14,81% con entomofilia. El resto (11,12%) corresponde a las esporas, las cuales tienen una dispersión fundamentalmente hidrófila, y a taxones como *Salix*, con polinización anemófila y entomófila.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes se aprecia una mayor proporción de angiospermas, presentando las gimnospermas un porcentaje algo menor:

Criptógamas = 18,96%

Gimnospermas = 38,73%

Angiospermas = 42,31%

Entre las criptógamas hemos de indicar la presencia de *Laevigatosporites* y tipo *Polypodium*. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas" : *Ephedra*, *Myrica* y *Carpinus* ; y como "otras no arbóreas" : *Potamogeton* y Caryophyllaceae.

Entre las taxodiáceas, es el tipo *Taxodium* el que se encuentra fundamentalmente representado, apareciendo el tipo *Sequoia* de una forma puntual.

Si consideramos la totalidad de los palinomorfos hallados, los taxones arbóreos predominan en más de un 70% frente a los no arbóreos. Si no se tuvieran en cuenta a las esporas, este porcentaje ascendería hasta un 90%. Si eliminamos a las Pinaceae, el resultado es idéntico: 92,77% de AP frente a 7,23% de NAP.

Nivel CV5:

Compuesto por lignitos, en él se han contabilizado 864 granos de los cuales se han llegado a determinar 852, lo que representa un 98,61% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran indeterminados, son indeterminables

(1,39%). La riqueza polínica de este nivel es de 159.629,6245 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuye en 12 taxones: 2 de criptógamas, 4 de gimnospermas y 6 de angiospermas (4 arbóreas y 2 herbáceas). Hay que resaltar que un 66,66% de estos presenta anemofilia, frente a un 8,33% con entomofilia. El resto (25,01%) corresponde a las esporas, las cuales presentan una dispersión fundamentalmente hidrófila, y a taxones como *Salix*, que pueden presentarla anemófila y entomófila.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes se aprecia una dominancia clara de las criptógamas frente a gimnospermas y angiospermas:

Criptógamas = 83,80%

Gimnospermas = 8,33%

Angiospermas = 7,87%

Entre las criptógamas hemos de indicar la presencia de *Laevigatosporites* y *Polypodysporites favus*; y entre las taxodiáceas, al tipo *Taxodium*.

Si consideramos la totalidad de los palinomorfos hallados, los taxones no arbóreos dominan en más de un 80%, dada la alta representación de criptógamas. Si no se tuvieran en cuenta las esporas, este porcentaje cambia, siendo los taxones arbóreos mayoritarios con más de un 90% frente a los no arbóreos. Lo mismo ocurre si eliminamos Pinaceae: 96,34% de AP frente a 3,66% de NAP.

Nivel CV6:

Formado por lutitas grises, no es significativo desde un punto de vista palinológico.

Nivel CV7:

Compuesto por conglomerados, estéril desde un punto de vista polínico.

Nivel CV8:

Constituido por lutitas grises donde se han contabilizado 1.133 granos de los cuales se han llegado a determinar 1.052, lo que representa un 92,85% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran como indeterminados, se agrupan en indeterminados inaperturados (1,76%), otros indeterminados (0,35%) e indeterminables (7,68%). La riqueza polínica de este nivel es de 219.201,5175 granos/gramo

de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuye en 34 taxones: 4 de criptógamas, 8 de gimnospermas y 22 de angiospermas (24 arbóreas y 10 herbáceas). Hay que resaltar que un 67,65% de estos poseen anemofilia, frente a un 20,59% con entomofilia. El resto (11,76%) corresponde a las esporas, las cuales tienen una dispersión fundamentalmente hidrófila.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes se aprecia una mayor proporción de gimnospermas (53,89%) frente a angiospermas (42,24%), y un porcentaje muy bajo de criptógamas (3,89%).

Entre las criptógamas hemos de indicar la presencia de *Lycopodium*, *Laevigatosporites*, tipo *Polypodium* y *Polypodysporites favus*. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas" : *Myrica*, *Fagus*, *Carpinus* y *Acer*; y como "otras no arbóreas" : *Potamogeton*, Nymphaeaceae, Cistaceae y Cyperaceae. En el conjunto de las taxodiáceas el tipo más abundante es *Taxodium*, presentando el tipo *Sequoia* una aparición puntual.

Si consideramos la totalidad de los palinomorfos hallados, los taxones arbóreos predominan en más de un 85% frente a los no arbóreos. Eliminando las esporas, se consigue que esta proporción se eleve a casi un 90%. Lo mismo ocurre si no se observan en los porcentajes a Pinaceae (87,02% de AP frente a 12,98% de NAP).

Nivel CV9:

Constituido por lutitas rojas, aquí se han contabilizado 932 granos de los cuales se han llegado a determinar 832, lo que representa un 89,27% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran como indeterminados se agrupan en indeterminados inaperturados (1,07%), otros indeterminados (0,32%) e indeterminables (9,33%). La riqueza polínica de este nivel es de 178.959,6273 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuye en 30 taxones: 4 de criptógamas, 7 de gimnospermas y 19 de angiospermas (10 arbóreas y 9 herbáceas). Hay que resaltar que un 66,67% de estos poseen anemofilia, frente a un 20% con entomofilia. El resto (13,33%) corresponde a las esporas, las cuales tienen una dispersión fundamentalmente hidrófila, y a taxones como *Salix*, que pueden presentarla anemófila y entomófila.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes se aprecia una mayor proporción de gimnospermas (55,89%) frente a angiospermas (42,21%), y un porcentaje muy bajo de criptógamas (1,9%).

Entre las criptógamas hemos de indicar la presencia de *Laevigatosporites*, *Polypodysporites favus*, tipo *Polypodium* y esporas monoletas indeterminadas. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas": *Celtis*, *Fagus* y *Carpinus*; y como "otras no arbóreas": Caryophyllaceae, cistaceae indet. y Cyperaceae. Las taxodiáceas se encuentran únicamente representadas por el tipo *Taxodium*.

Si consideramos la totalidad de los palinomorfos hallados, los taxones arbóreos predominan en más de un 85% frente a los no arbóreos. Eliminando las esporas, se consigue que esta proporción se eleve a casi un 90%. Por último, si no se estiman las Pinaceae, se obtiene el siguiente porcentaje: 84,87% de AP frente a 15,13% de NAP).

Nivel CV10:

Constituido por lutitas grises, estéril desde un punto de vista polínico.

Resultados

Se han contabilizado en este yacimiento un total de 3.571 palinomorfos que corresponden a 43 taxones diferentes, habiéndose reunido en el diagrama polínico los de aparición puntual como "otros AP" y "otros NAP". En estos grupos se han incluido los siguientes géneros y familias:

- "Otros AP": *Ephedra*, *Celtis*, *Myrica*, *Fagus*, *Carpinus* y *Acer*.
- "Otros NAP": Nymphaeaceae, Caryophyllaceae, Cistaceae, *Potamogeton* y Cyperaceae.

Los taxones mejor representados en el diagrama polínico son *Pinus*, *Alnus* y las esporas, entre éstas hay que señalar *Laevigatosporites* que presenta un elevado porcentaje en el nivel CV4, siendo el taxón más abundante en el nivel CV5 (Fig. 90). Estos taxones seguramente se encuentran sobrerrepresentados. La existencia de niveles con gran cantidad de esporas parece indicar un desarrollo de helechadas en lugares cercanos a la zona de fosilización.

En segundo lugar habría que reseñar otros géneros, todos ellos anemófilos, como *Abies*, *Cathaya*, Cupressaceae, Taxodiaceae, Poaceae, y en CV8 y CV9 *Ulmus-Zelkova* y *Carya+Pterocarya* (Fig. 90).

La diversidad es baja en CV5, debido a la escasa cantidad de taxones determinados y a la dominancia numérica de *Laevigatosporites*. Es posible que esta dominancia sea debida

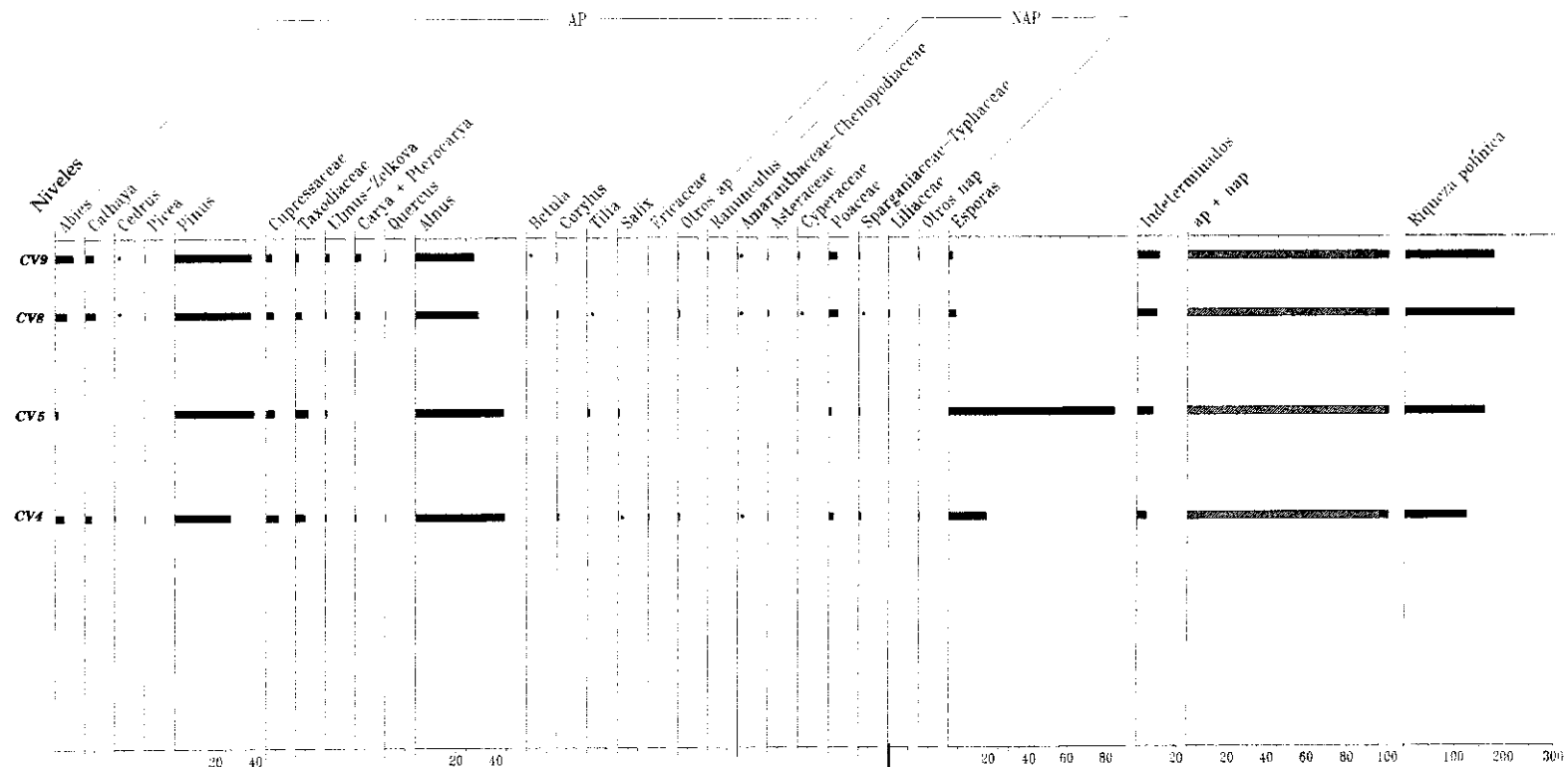


Fig. 90. Diagrama polínico de Can Vilella.

a la destrucción de la mayoría de los palinomorfos al tratarse de un nivel compuesto por lignitos. En el resto de los niveles es media si utilizamos el índice de Shannon y alta si usamos el de Simpson, siendo CV8 y CV9 donde los valores son más altos debido a la mayor cantidad de taxones determinados (Fig. 91).

La equitabilidad indica en CV5, donde es baja, la dominancia numérica de *Laevigatosporites* y tiene unos valores medios en el resto de los niveles.

Si tenemos en cuenta la totalidad de los palinomorfos en todos los niveles fértiles, los taxones arbóreos dominan numéricamente sobre los herbáceos salvo en el nivel CV5 debido a la sobrerrepresentación de *Laevigatosporites*. Sin estimar el porcentaje de esporas, los AP dominan de una forma clara en todos los niveles fértiles con un valor de más de un 90% (Fig. 90). Por último, si tampoco evaluamos las Pinaceae, las AP siguen predominando en más de un 90% (Fig. 92).

Las plantas démicas autóctonas aparecen con una presencia anecdótica en este afloramiento, únicamente están representadas en el nivel 8 por dos granos asignables a Nymphaeaceae y *Potamogeton* respectivamente.

Las démicas alóctonas dominan numéricamente en todos los afloramientos estudiados frente a las adémicas alóctonas, debido a la sobrerrepresentación de *Alnus* y la presencia de Taxodiaceae y Juglandaceae de medios patanosos. Por esta misma razón entre las ribereñas la proporción de taxones arbóreos es muy superior (casi un 100%) al de herbáceos (Fig. 92).

Entre los adémicos alóctonos, la relación de AP también supera a la de NAP, pero en los niveles CV8 y CV9 estos tantos por ciento tienden a igualarse, por aumento de los elementos herbáceos (Fig. 92). Como hemos indicado anteriormente, las herbáceas mejor representadas son las Poaceae, las cuales también podrían formar parte de las asociaciones de ribera. Sin embargo, en estos niveles no existe ningún taxón arbóreo terrestre que tenga predominancia salvo Cupressaceae; y aunque los porcentajes son bajos en estos dos últimos niveles, hay registros de Ranunculaceae, Amaranthaceae-Chenopodiaceae, Asteraceae y Liliaceae, que podrían indicar el desarrollo de formaciones vegetales abiertas. No podemos saber a qué género pertenecían los palinomorfos de Cupressaceae, pero es posible que estas plantas formaran bosques abiertos o que aparecieran como elementos aislados, como ocurre actualmente en las comunidades del género *Juniperus*. Posiblemente, como indican sus escasos tantos por ciento, el género *Quercus* también tuviera cierta representación en la zona. De todas maneras, parece que las comunidades herbáceas tuvieron importancia, y debieron

Can Vilella

	CV4	CV5	CV8	CV9
Simpson	0,798	0,308	0,807	0,807
Shannon	0,888	0,314	0,940	0,928
Equitabilidad	0,595	0,291	0,604	0,622

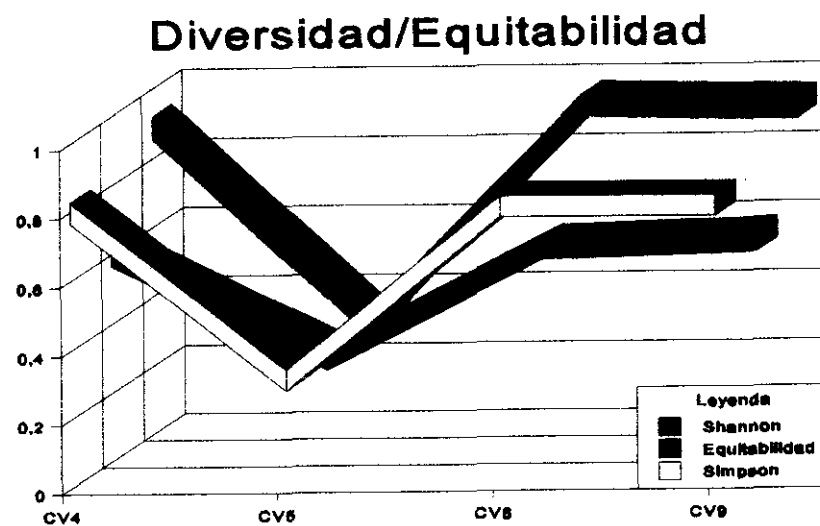


Fig. 91

integrar praderas de montaña en donde se desarrollaban Poaceae, Asteraceae, Caryophyllaceae, Cistaceae, etc. También debieron existir comunidades arbustivas en la zona, como señala la presencia de *Corylus*.

En todos los niveles del diagrama polínico se observa que las coníferas tienen altos valores, destacándose el género *Pinus*, posiblemente en la zona se desarrollaron pinares. Debemos destacar la ausencia de *Fagus*, elemento típico de los yacimientos vallesienses de la Cerdaña, el cual aparece puntualmente en los niveles CV8 y CV9. Posiblemente, la ausencia de este taxón, junto con el incremento de coníferas y la no existencia de altos porcentajes de otras angiospermas arbóreas no ligadas a zonas húmedas, parece indicar que durante el Turoliense en la zona de estudio hubo una reducción de las precipitaciones, que vendría acompañada de períodos fríos y cálidos. Esto solamente se puede intuir por la aparición de *Betula* en CV8 y CV9; en los otros dos niveles no podemos confirmar que el clima fuera cálido, ya que no sólo falta *Betula*, sino otros taxones como Sapotaceae o *Elaeagnus* indicativos de estas condiciones.

Si fuera cierto que durante la formación de CV8 y CV9 se produjo un enfriamiento climático, quizás éste, junto con la reducción de las precipitaciones, facilitara la apertura de los bosques y la formación de comunidades herbáceas.

La presencia de elementos fundamentalmente meso y meso/microtérminos y, especialmente la presencia de *Abies*, *Picea* y *Betula* géneros meso/microtérminos y microtérminos que indican condiciones de montaña, señalan que el clima debió ser de tipo templado.

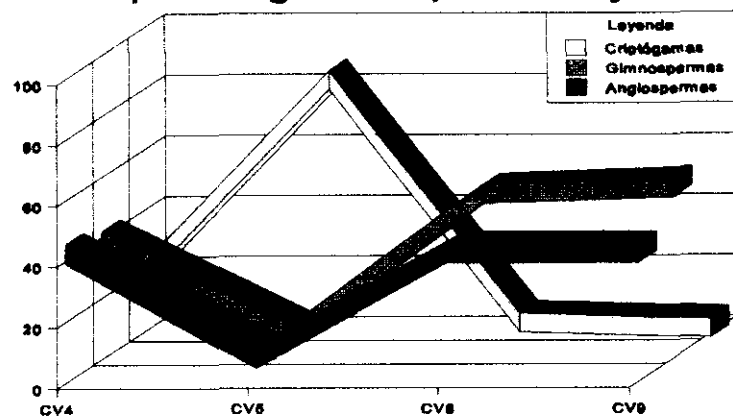
La riqueza polínica de todos los niveles estudiados es alta (Fig. 90).

El análisis de correlación indica que los niveles CV4, CV8 y CV9 se nos agrupan, correlacionándose de una manera más estrecha CV8 y CV9 (Fig. 116, pág. 602), en donde se observa que los valores de diversidad son semejantes. El nivel CV5, con una muy baja diversidad, correlaciona aparte. Seguramente, el que éste presente una asociación fósil tan pobre en elementos sea debido a que es un nivel de lignitos en donde se han destruido los palinomorfos por oxidación. La riqueza polínica de este nivel sin embargo no es baja, debido a la gran cantidad de esporas de *Laevigatosporites* que en él se encuentran.

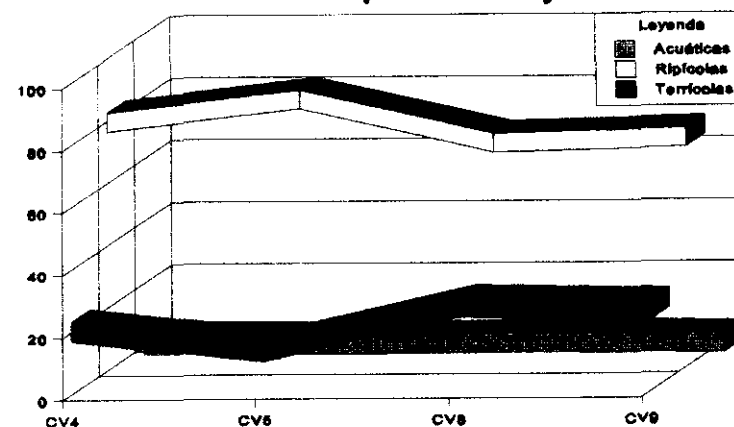
Resumiendo, en este afloramiento destaca la profusión de coníferas, especialmente *Pinus*, *Abies* y *Cathaya*, y ausencia de frondosas lo que indica escasez de lluvias, y la probabilidad de que se desarrollaran a techo de la formación bosques abiertos de cupresáceas

Can Vilella

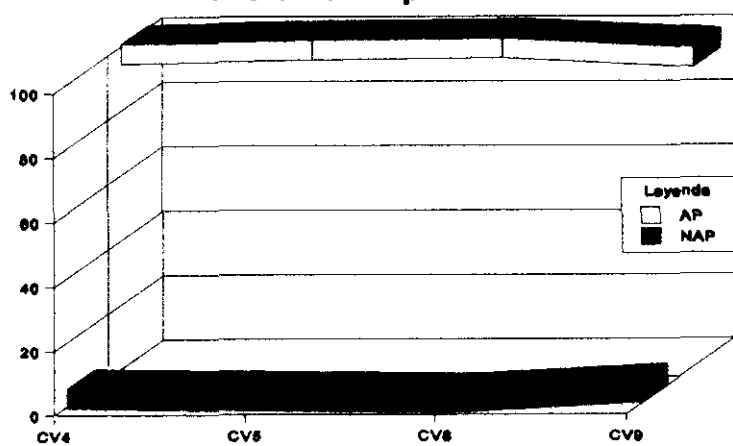
Tipos vegetales/porcentajes



Hàbitats/porcentajes



Hàbito/Ripícolas



Hàbito/Terrícolas

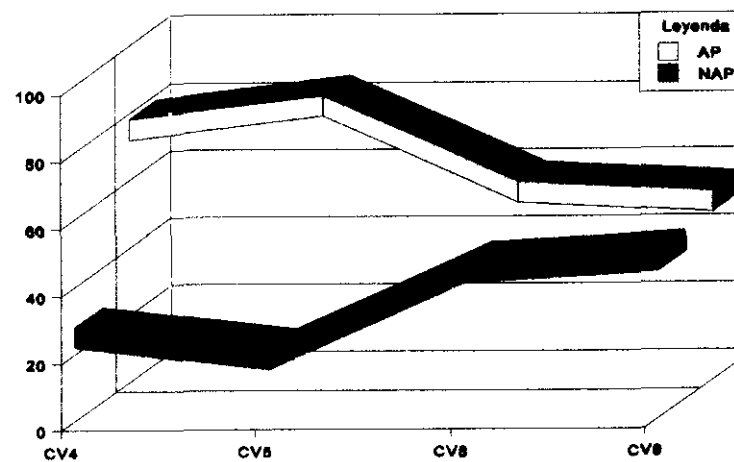


Fig. 92

y tal vez de *Quercus*. Cerca de los cursos hídricos existirían formaciones arboladas ribereñas o de pantano, en donde se integrarían el tipo *Taxodium*, *Carya*, *Pterocarya*, *Ulmus-Zelkova*, *Alnus* y *Salix*. El clima general para la Cerdaña durante la formación de estos niveles era de tipo templado.

7.2. FONDO DE LAGO

Se han reconocido, del mismo modo que en el caso de los abanicos aluviales, a partir de estudios sedimentológicos (ROCA, 1986); y están representados por los yacimientos de Prats, Coll de Saig, San Salvador, camino de Balltarga a Bor, Beders, torrente de la Bavosa, Riu de Santa María, torrente de Vilella, barranco de Salanca, carretera de Bellver a Pi y Santa Eugenia.

7.2.1. PRATS

Se recogieron tres muestras en distintos puntos para realizar un análisis palinológico, únicamente fue positivo uno de ellos. Asimismo, procedimos a la colecta de macrorrestos vegetales que aparecían ocasionalmente.

- Microflora:

Se han contabilizado 7.914 granos de los cuales se han llegado a determinar 7.701, lo que representa un 97,308% del total. El resto de los palinomorfos estudiados se agrupan en: indeterminados inaperturados (0,176%), otros indeterminados (0,341%) e indeterminables (2,173%). La riqueza polínica obtenida en este afloramiento es de 1.552.539,063 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuye en 55 taxones (Tab. 2): 4 de criptógamas, 7 de gimnospermas y 44 de angiospermas (24 arbóreos y 20 herbáceos). Hay que resaltar que un 47,27% de estos poseen anemofilia, frente a un 43,63% con entomofilia. El resto (9,1%) corresponde a las esporas, las cuales tienen una dispersión fundamentalmente hidrófila, y a taxones como *Salix*, con polinización tanto anemófila como entomófila.

Los valores de diversidad según los diferentes índices son los siguientes:

-Simpson = 0,751

-Shannon = 0,896

La equitabilidad obtenida es 0,508.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes se aprecia una clara dominancia numérica de las gimnospermas (74,712%) frente a las angiospermas (20,54%), siendo bajo el porcentaje de criptógamas (4,748%) (Fig. 93).

Las criptógamas se encuentran representadas por esporas de *Lycopodium*, *Laevigatosporites*, *Polypodysporites favus* y tipo *Polypodium*. Entre las gimnospermas hay un dominio numérico absoluto de la familia Pinaceae, con un 99,25% del total de este grupo. Hay que destacar al género *Pinus*, que representa un 62,93% del total éstas. Dentro de las Pinaceae también debemos reseñar el género *Abies*, con un 21,25% del total de gimnospermas. También son estimables sobre el total los géneros *Cathaya* (11,10%) y *Picea* (3,68%). Las familias Taxodiaceae y Cupressaceae no llegan al 1% del total de gimnospermas (0,208% y 0,53%, respectivamente).

Las angiospermas presentan mayor diversidad que las gimnospermas. Existen 5 familias, que en ningún caso sobrepasan el 50% del total, que se destacan por su abundancia: Betulaceae (31,12%), Fagaceae (28,77%), Poaceae (13,09%), Ulmaceae (7,02%) y Juglandaceae (4,68%) (Fig. 93).

La familia Fagaceae es la familia de angiospermas que se encuentra mejor representada, mostrando *Quercus* un mayor porcentaje (aunque por un número no muy alto de ejemplares) que *Fagus*. Entre las Betulaceae el género *Alnus* es el que se encuentra mayoritariamente representado con 418 ejemplares frente a los 48 y 17 de *Corylus* y *Carpinus*, y los 9 de *Betula*. Entre las Juglandaceae, los géneros con mayor presencia son *Juglans* y *Carya* (Tab. 2).

Entre los taxones de aparición puntual debemos destacar a gran parte de las angiospermas herbáceas no arbóreas como *Polygonum*, *Helianthemum*, *Primula*, Lamiaceae, entre otros, cuyos porcentajes no llegan nunca a un 1% del total de granos determinados (Tab. 2).

Se observa una dominancia absoluta de los palinomorfos arbóreos frente a los no arbóreos, tanto si consideramos los totales (90,38% de AP frente a 9,62% de NAP), como si eliminamos esporas y Pinaceae (76,85% de AP frente a 23,25% de NAP) (Fig. 93).

Desde un punto de vista tafonómico y ecológico, sin valorar ni criptógamas ni Pinaceae, obtenemos los siguientes porcentajes (Fig. 93):

Démicos autóctonos = 1,06%

Démicos alóctonos = 29,98%

Adémicos alóctonos = 68,96%

Tanto entre los démicos alóctonos como entre los adémicos alóctonos, el porcentaje de elementos arbóreos es muy superior al de herbáceos (Fig. 93), siendo éste casi del 100% entre los primeros (démicos alóctonos: AP = 97,54%, NAP = 2,46%; adémicos alóctonos: AP = 68,84%, NAP = 31,16%).

- Macroflora:

En este afloramiento se ha colectado un número muy bajo de ejemplares que se han preservado como impresiones. Entre estos, el taxón más abundante es *Myrica lignitum* (6 especímenes), aunque se debe reseñar la colecta de *Quercus drymeja*, leguminosas del tipo 2 y hojas indeterminables de dicotiledóneas.

Resultados

El análisis de los datos que hemos obtenido revela una sobrerrepresentación de Pinaceae, en especial de *Abies* y *Pinus*. Posiblemente habitaran durante la deposición de los materiales de este yacimiento en las zonas montañosas que rodean a la Cerdaña. En segundo lugar, hay que destacar los porcentajes de *Ulmus-Zelkova*, *Fagus*, *Quercus*, *Alnus* y Poaceae. Los tantos por ciento del resto de las angiospermas no llegan al 1%.

La diversidad es media/alta si tenemos en cuenta el índices de Simpson y media según el de Shannon. Por su parte, la equitabilidad muestra unos valores medios, lo que podría deberse a la elevada cantidad de polen de *Pinus* y *Abies* hallada, y asimismo, a los valores altos de esporas monoletas, *Ulmus-Zelkova*, *Fagus*, *Quercus*, *Alnus* y Poaceae.

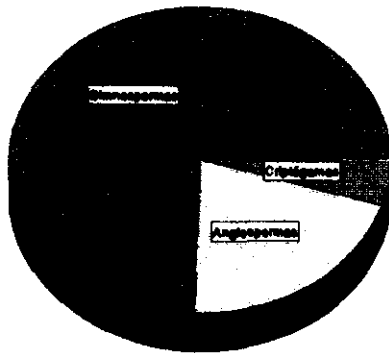
Como ya hemos explicado, tanto si tenemos en consideración el total de granos determinados como si eliminamos de esta suma a las criptógamas y a las Pinaceae, el porcentaje de AP es muy superior al de NAP, luego la zona, durante la formación de los niveles de Prats debió estar poblada por bosques. Lo mismo se observa si dividimos los taxones según su hábitat (Fig. 93).

Las plantas acuáticas se encuentran escasamente representadas en este afloramiento.

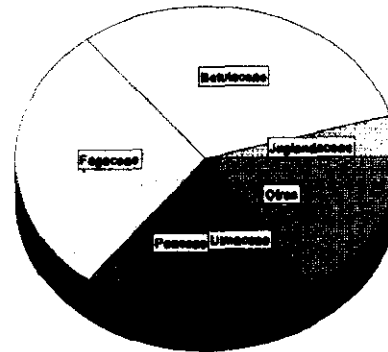
Los bosques de pantano parece que estarían representados por *Carya*, *Pterocarya* y el tipo *Taxodium*. Debemos reseñar que el género *Myrica*, detectado a partir de restos foliares, no lo ha sido a partir de granos de polen. Puede que sea debido a un problema de tipo tafonómico por destrucción del polen, o que este género no tuviera una gran extensión en la

Prats

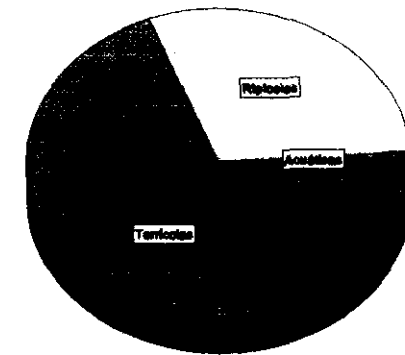
Grupos vegetales



Angiospermas



Hábitat



AP/NAP



Hábitat/Hábito

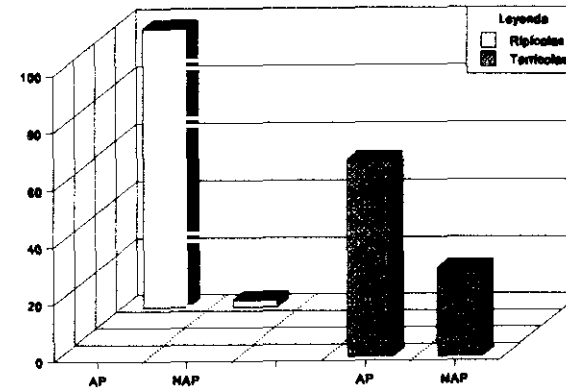


Fig. 93

zona.

Entre las herbáceas debemos distinguir en primer lugar las Poaceae, que, posiblemente, formarían parte tanto de comunidades herbáceas de zonas boscosas como de formaciones de ribera. Además de las Poaceae hay que hacer mención de Ranunculaceae, Amaranthaceae-Chenopodiaceae y Asteraceae.

Algunos de los taxones detectados en la zona pudieron ser exótico, como *Liquidambar* y Arecaceae, y sus granos de polen haber sido arrastrados hasta esta región por los vientos.

Este yacimiento correlaciona de forma separada de todos los demás de facies de fondo de lago que hemos estudiado, salvo con el de Coll de Saig, seguramente por su gran contenido en gimnospermas y elevada diversidad. Hay que destacar la muy alta riqueza polínica de este afloramiento (Fig. 116, pág. 602).

Se podría concluir que la zona durante la deposición de los sedimentos de Prats se encontraba poblada por distintas comunidades forestales, entre las que se destacarían: bosques de pantano y de ribera, robledales, hayedos y bosques de coníferas. Es posible que se desarrollaran bosques mixtos en donde quizás se mezclaran robles y hayas o hayas y abetos. Seguramente crecieron importantes comunidades herbáceas de ribera dominadas por Poaceae, en donde se integraban otros taxones como Cyperaceae y Sparganiaceae-Typhaceae.

Aunque encontramos taxones mega/mesotérmicos, la mayoría de ellos pueden incluirse en el grupo de los mesotérmicos y meso/microtérmicos, luego las condiciones climáticas debieron ser templadas. Posiblemente el clima estuviera afectado por el factor altitudinal como indica la alta proporción de *Abies* y *Picea*.

7.2.2. COLL DE SAIG

En este afloramiento se han recogido muestras para realizar análisis palinológicos y gran cantidad de restos vegetales macroscópicos.

- Microflora:

Se tomaron siete muestras sucesivas, de base a techo, recogiendo sedimentos arcillosos amarillentos y naranjas.

Muestra CS1: fue recogida en la extrema base. Desde un punto de vista litológico se trata de arcillas amarillentas, estériles desde un punto de vista palinológico.

Muestra CS2: tomada a 35 cm por encima de la anterior. Se encuentra formada por arcillas anaranjadas.

Se han contabilizado 1.663 granos de los cuales se han llegado a determinar 1.594, lo que representa un 95,85% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se agrupan en indeterminados son indeterminados inaperturados (0,18%) e indeterminables (3,97%). La riqueza polínica de este nivel es de 315.969,5794 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuye en 24 taxones: 1 de criptógamas, 6 de gimnospermas y 17 de angiospermas (13 arbóreas y 4 herbáceas). Hay que resaltar que un 79,16% de estos presenta anemofilia, frente a un 16,66% con entomofilia. El resto (4,18%) corresponde a las esporas, las cuales tienen una dispersión fundamentalmente hidrófila.

Los valores de diversidad según los diferentes índices son los siguientes:

-Simpson = 0,592

-Shannon = 0,593

La equitabilidad obtenida es 0,419.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes, se aprecia una dominancia clara de las gimnospermas (89,52%) frente a las angiospermas (10,41%), las criptógamas presentan una muy baja representación (0,062%).

Entre las criptógamas hemos de indicar la sola presencia del tipo *Polypodium*. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas": *Picea*, *Juglans*, *Pterocarya*, *Myrica*, *Betula*, *Carpinus*, *Parthenocissus*, tipo *Robinia*, Cupressaceae y Ericaceae; y como "otras no arbóreas": *Convolvulus*, tipo *Typha latifolia* y Sparganiaceae-Typhaceae.

Si consideramos la totalidad de los palinomorfos hallados, los taxones arbóreos dominan casi en un 100% sobre los no arbóreos (99,4% de AP frente a 0,56% de NAP). Si no se tienen en consideración las esporas, este porcentaje no cambia, descendiendo un poco si se eliminan las Pinaceae (95,27% de AP frente a 4,73% de NAP).

Muestra CS3: recogida unos 15 cm por encima de la muestra anterior. Se trata de arcillas amarillentas, estériles desde un punto de vista palinológico.

Muestra CS4: tomada a unos 20 cm de la muestra anterior. Desde un punto de vista litológico se trata de arcillas anaranjadas, con un contenido polínico no significativo.

Muestra CS5: recogido unos 15 cm por encima de la muestra anterior, tratándose de arcillas amarillentas estériles desde el punto de vista palinológico.

Muestra CS6: tomada unos 18 cm por encima de la muestra anterior. Desde un punto de vista litológico se trata de arcillas anaranjadas.

Se han contabilizado 2.013 granos de los cuales se han llegado a determinar 1912, lo que representa un 94,98% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran como indeterminados, se agrupan en indeterminados inaperturados (0,25%), otros indeterminados (0,25%) e indeterminables (4,52%). La riqueza polínica de este nivel es de 393.798,445 granos/gramo de sedimento.

El polen determinado se distribuye en 30 taxones: 7 de gimnospermas y 23 de angiospermas (16 arbóreas y 7 herbáceas). Hay que resaltar que un 66,66% de estos poseen anemofilia, frente a un 30% con entomofilia. El resto (3,34%) corresponde a las esporas, las cuales presentan una dispersión fundamentalmente hidrófila, y a taxones como *Salix*, que pueden tener polinización anemófila y entomófila.

Los valores de diversidad según los diferentes índices son los siguientes:

-Simpson = 0,642

-Shannon = 0,691

La equitabilidad obtenida es 0,451.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes se aprecia una clara dominancia numérica de gimnospermas (86,19%) frente a angiospermas (13,81%). No se ha encontrado ninguna espora relacionable con criptógamas.

En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas": *Picea*, *Ephedra*, *Carya*, *Juglans*, *Pterocarya*, *Myrica*, *Carpinus*, *Tilia*, *Salix*, *Buxus*, *Acer*, tipo *Robinia*, Cupressaceae y Sapotaceae; y como "otras no arbóreas": Ranunculaceae, *Cistus*, *Potamogeton*, Amaranthaceae-Chenopodiaceae, Asteraceae tubuliflorae y Sparganiaceae-Typhaceae.

Si consideramos la totalidad de los palinomorfos hallados, los taxones arbóreos dominan numéricamente en casi un 100% sobre los herbáceos (98,01% de AP frente a 1,99% de NAP). Si no tenemos en cuenta las esporas, este porcentaje continúa siendo igual. Si, por último eliminamos las Pinaceae, la proporción de arbóreas desciende un poco respecto a la de no arbóreas, aunque sigue predominando (85,82% de AP frente a 14,18% de NAP).

Nivel CS7: recogido unos 15 cm por encima de la muestra anterior, se trata de arcillas amarillentas estériles desde un punto de vista palinológico.

- Macroflora:

Se han estudiado 737 ejemplares, de los cuales el 90,37% del total (666 ejemplares) corresponden a restos foliares. La diferencia (9,63%) corresponde fundamentalmente a frutos, conos de gimnospermas y amentos. Es muy baja la proporción de frutos y semillas aladas: 1,89% del total de restos estudiados.

La mayoría de los ejemplares estudiados se encuentran en forma de impresión (87,11%), apareciendo compresiones (10,45%) y especímenes con la cutícula preservada (2,44%) en un porcentaje muy inferior (Tab. 3).

El conjunto de los ejemplares se ha podido atribuir en su totalidad a grandes grupos, siendo el mejor representado el de las angiospermas dicotiledóneas (43 taxones), seguido por gimnospermas (9 taxones), angiospermas monocotiledóneas (5 taxones) y criptógamas vasculares (2 taxones) (Tab. 3; Fig. 94).

Los valores de diversidad según los diferentes índices son los siguientes:

-Simpson = 0,932

-Shannon = 1,339

La equitabilidad obtenida es 0,769.

Teniendo en cuenta el número de restos colectados se han hallado los siguientes porcentajes:

Criptógamas vasculares = 0,27%

Gimnospermas = 8%

Angiospermas dicotiledóneas = 87,65%

Angiospermas monocotiledóneas = 3,53%

Entre las gimnospermas halladas destacan las pináceas con un 54,24% del total del grupo, en segundo lugar las taxodiáceas con un 42,37%, y finalmente las cupresáceas con un 3,39%.

Las angiospermas presentan mayor diversidad y número de ejemplares que las gimnospermas, debiéndose reseñar los porcentajes, sobre el total de angiospermas, de las familias: Fagaceae (33,78%), Lauraceae (17,71%), Betulaceae (9,52%), Ulmaceae (7,74%) y Aceraceae (5,80%). También es reseñable el porcentaje de los representantes de la subclase

Commelinidae, con un 3,27% sobre el total de angiospermas (Fig. 94).

La familia Fagaceae es la que tiene mayor presencia, debiendo destacarse *Quercus drymeja* como la especie más abundante (45,37% sobre el total de Fagaceae). En segundo lugar hemos de destacar otra quercínea: *Quercus hispanica*, con un 26,87%; y en tercero la especie *Fagus gussonii* con un porcentaje de 19,38% sobre el total de Fagaceae (Fig. 94).

Es reseñable la abundancia de restos foliares colectados asignables a la familia Lauraceae, debiéndose destacar: *Persea princeps* con un 46,22% sobre el total de esta familia, *Laurophyllum* sp., con un 23,53%, y *Daphnogene* sp., con un 15,96%.

Entre las angiospermas dicotiledóneas se han hallado 71 restos foliares absolutamente indeterminables.

Si consideramos la totalidad de los restos se observa una dominancia total de taxones arbóreos frente a los no arbóreos, tanto si consideramos los totales (95,89% de arbóreos frente a 4,11% de no arbóreos), como si tenemos en cuenta únicamente las angiospermas (95,49% de arbóreos frente a 4,51% de no arbóreos).

Valorando las angiospermas, desde un punto de vista paleobiológico y tafonómico, encontramos los siguientes porcentajes (Fig. 94):

Démicas autóctonas = 0,83% (acuáticas)

Démicas alóctonas = 14,62% (ripícolas)

Adémicas alóctonas = 84,55% (terrácolas)

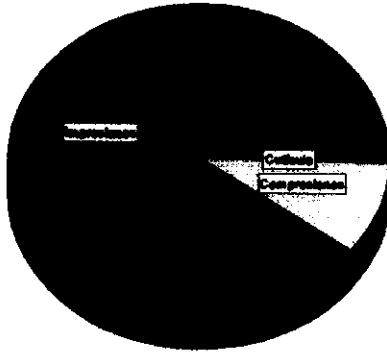
En los dos últimos grupos, la relación de elementos arbóreos es muy superior al de herbáceos, siendo la proporción de elementos arbóreos en el caso de las adémicas alóctonas casi del 100% (démicas alóctonas: arbóreos = 85,23%, herbáceos = 14,77%; adémicas alóctonas: arbóreos = 99,61%, herbáceos = 0,39%).

Resultados

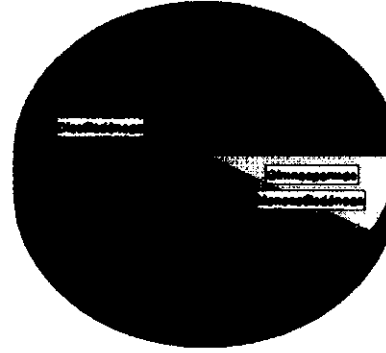
Lo primero que se observa al estudiar el contenido paleontológico de este yacimiento es la diferencia existente entre la gran cantidad y diversidad de los restos macroscópicos colectados y la escasez del registro polínico (la riqueza polínica no es muy alta aunque se han contado un total de 3.676 granos). Como ya se ha explicado en el capítulo de Tafonomía, BARRÓN (1993), expuso que en la Cerdaña existen dos tipos de afloramientos que difieren en su contenido en materia orgánica, y el de Coll de Saig debería incluirse entre los que presentan una baja proporción, por lo que no es de extrañar que el contenido polínico de sus

Coll de Saig

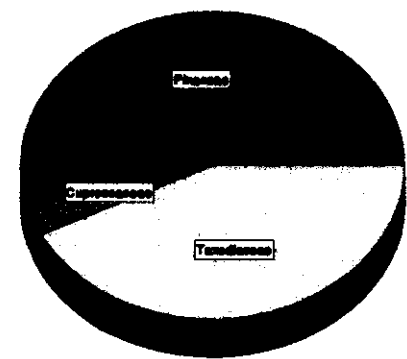
Tipos de Preservación



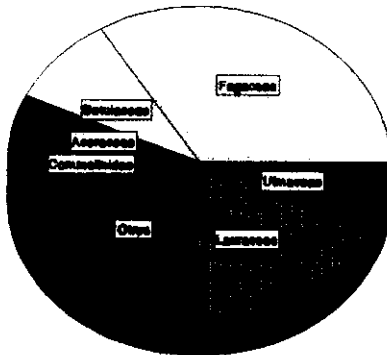
Grupos Vegetales



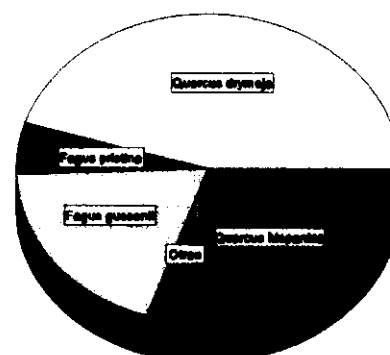
Gimnospermas



Angiospermas



Fagaceae



Hábitat

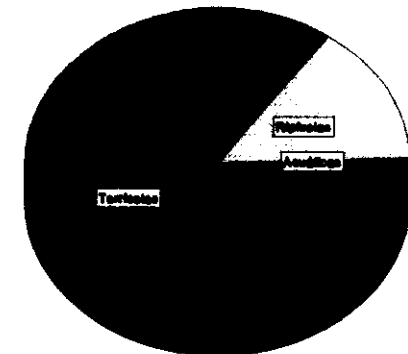


Fig. 94

sedimentos sea muy bajo. Por esta misma razón, en el conjunto de los macrorrestos, las impresiones predominan sobre las compresiones en un 89,89% (Fig. 94).

Los taxones considerados como "otros arbóreos" en el diagrama polínico son: *Picea*, *Ephedra*, *Carya*, *Juglans*, *Pterocarya*, *Myrica*, *Betula*, *Carpinus*, *Tilia*, *Salix*, *Buxus*, *Acer*, *Parthenocissus*, tipo *Robinia*, Cupressaceae, Sapotaceae y Ericaceae; y como "otros no arbóreos": Ranunculaceae, *Cistus*, *Potamogeton*, tipo *Typha latifolia*, Amaranthaceae-Chenopodiaceae, Asteraceae tubuliflorae y Sparganiceae-Typhaceae.

El estudio del diagrama polínico (Fig. 95), además de mostrarnos una pobreza de taxones, nos señala una mayor proporción de gimnospermas con respecto a angiospermas, debiéndose reseñar los géneros *Pinus*, *Abies* y *Cathaya*. Dado el carácter de los granos de polen de estos géneros podemos suponer una sobrerrepresentación.

A diferencia de lo que ocurre con los palinomorfos, las angiospermas dicotiledóneas dominan numéricamente a partir de los macrorrestos (fundamentalmente hojas). Esto es debido seguramente a que el lago de la Cerdaña presentaba aguas tranquilas que favorecían el transporte de hojas de dicotiledóneas frente a acículas y otros restos, como conos y semillas, de gimnospermas. Sin embargo, la colecta de acículas de *Pinus*, piñones posiblemente de *Pinus* y *Abies*, conos de *Tsuga* y escamas, conos masculinos y ramas con acículas de Pinaceae indeterminados, así como el porcentaje polínico ya mencionado, indican que los bosques de coníferas tuvieron una gran importancia y desarrollo en la zona.

Si en el diagrama polínico no estimamos los porcentajes de gimnospermas, las familias mejor representadas de angiospermas son Fagaceae, Ulmaceae y Betulaceae, estos datos son en parte coincidentes con los obtenidos tras el estudio de la macroflora (Figs. 94 y 95).

Si aplicamos los índices de Simpson y Shannon al conjunto de los palinomorfos, los valores de la diversidad son medios. La equitabilidad es medio/baja debido a los altos porcentajes de *Pinus*. La diversidad es alta en el conjunto de los macrorrestos según los dos índices, siendo también alta la equitabilidad.

Todo parece indicar que durante la formación de los sedimentos de Coll de Saig la zona estuvo poblada por bosques ya que siempre, tanto si tenemos en cuenta a todos los palinomorfos, como si no evaluamos ni criptógamas ni Pinaceae, la representación de AP es superior en un 80% a la de NAP (Fig. 96). Los datos obtenidos a partir de macrorrestos indican un 95% de ejemplares asignables a taxones arbóreos, aunque este porcentaje no indicaría un medio forestal ya que las hojas de los taxones herbáceos, como ya hemos

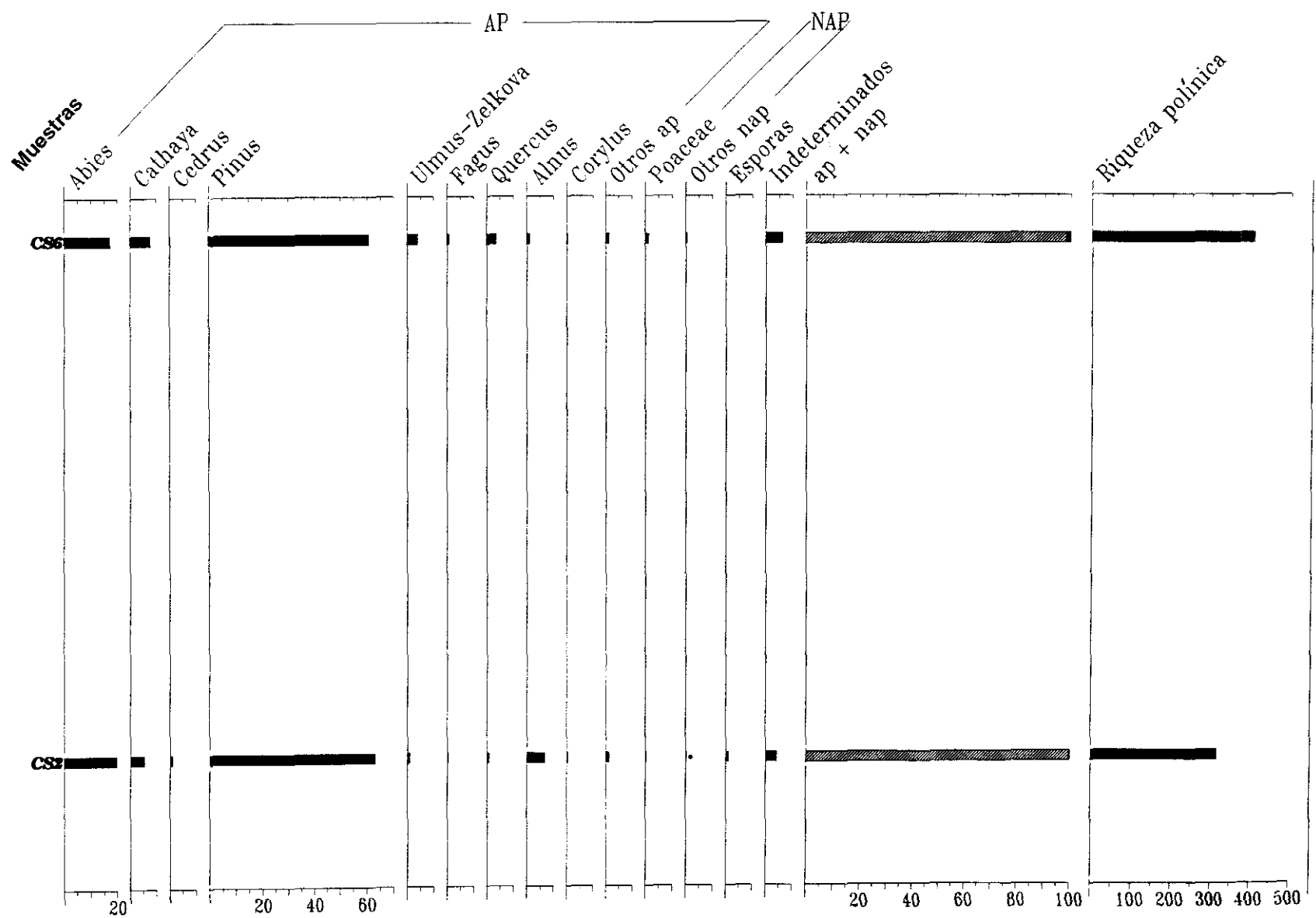


Fig. 95. Diagrama polínico de Coll de Saig.

explicado en el apartado de Tafonomía, no tienen facilidad de dispersión.

Si tenemos en cuenta el contenido paleoflorístico de este yacimiento desde un punto de vista paleobiológico y tafonómico, observamos la escasa representación de las plantas acuáticas (démicas autóctonas) (Tab. 3; Fig. 94). Se han hallado fundamentalmente restos de *Potamogeton* tanto a partir de macro como de microrrestos, también se ha colectado una hoja indeterminable de Nymphaeaceae. La poca presencia de los taxones acuáticos se debe fundamentalmente a una destrucción de sus restos durante los procesos de fosilización debido a la fragilidad de sus órganos y disemínulos. Sin embargo, las plantas acuáticas debieron formar comunidades importantes en la zona.

En la muestra CS2 las ribereñas están representadas en mayor proporción que las adémicas alóctonas, situación que se invierte en el caso de CS6 y en la de los macrorrestos (Fig. 96). Aunque, como ya hemos dicho, los porcentajes polínicos se deben analizar con reticencia ya que pueden ser muy bajos a causa de una posible destrucción tafonómica. En la muestra CS2 las plantas ribereñas tienen predominio a causa de una alta representación de *Alnus*, y a un descenso del resto de las angiospermas, lo que no ocurre en CS6, en donde las angiospermas terrestres, en especial *Quercus* y *Ulmus-Zelkova*, poseen unos porcentajes mayores que los de *Alnus*. Tampoco ocurre entre los macrorrestos ya que se han colectado menos ejemplares de *Alnus occidentalis* que de algunas especies de Fagaceae, Lauraceae y Ulmaceae. En conjunto, con respecto a los palinomorfos, los AP de démicas alóctonas dominan numéricamente en más de un 95% (Fig. 96); y teniendo en cuenta los macrorrestos, las arbóreas son más de un 85% del total.

Los elementos adémicos alóctonos reflejan que las plantas no ligadas a medios acuáticos tenían una gran importancia en las comunidades vegetales, lo cual puede corroborarse al observar los porcentajes polínicos de CS6 y los macrorrestos. La menor cantidad de démicos alóctonos en CS2 podría ser debida tanto a un problema de destrucción de palinomorfos como a que las poblaciones ribereñas tuvieran un mayor desarrollo en la zona. El componente arbóreo también sería dominante entre los taxones terrícolas (Fig. 96).

El diagrama polínico (Fig. 95), aunque presenta pocos taxones, indica que durante la formación de CS2 se desarrollaron bosques de coníferas, en detrimento de las frondosas, por otra parte la abundancia de *Alnus* parece señalar que en la zona vivieron importantes comunidades ripícolas.

El aumento de *Ulmus-Zelkova*, *Fagus* y *Quercus* en CS6 parece indicar un incremento

Coll de Saig

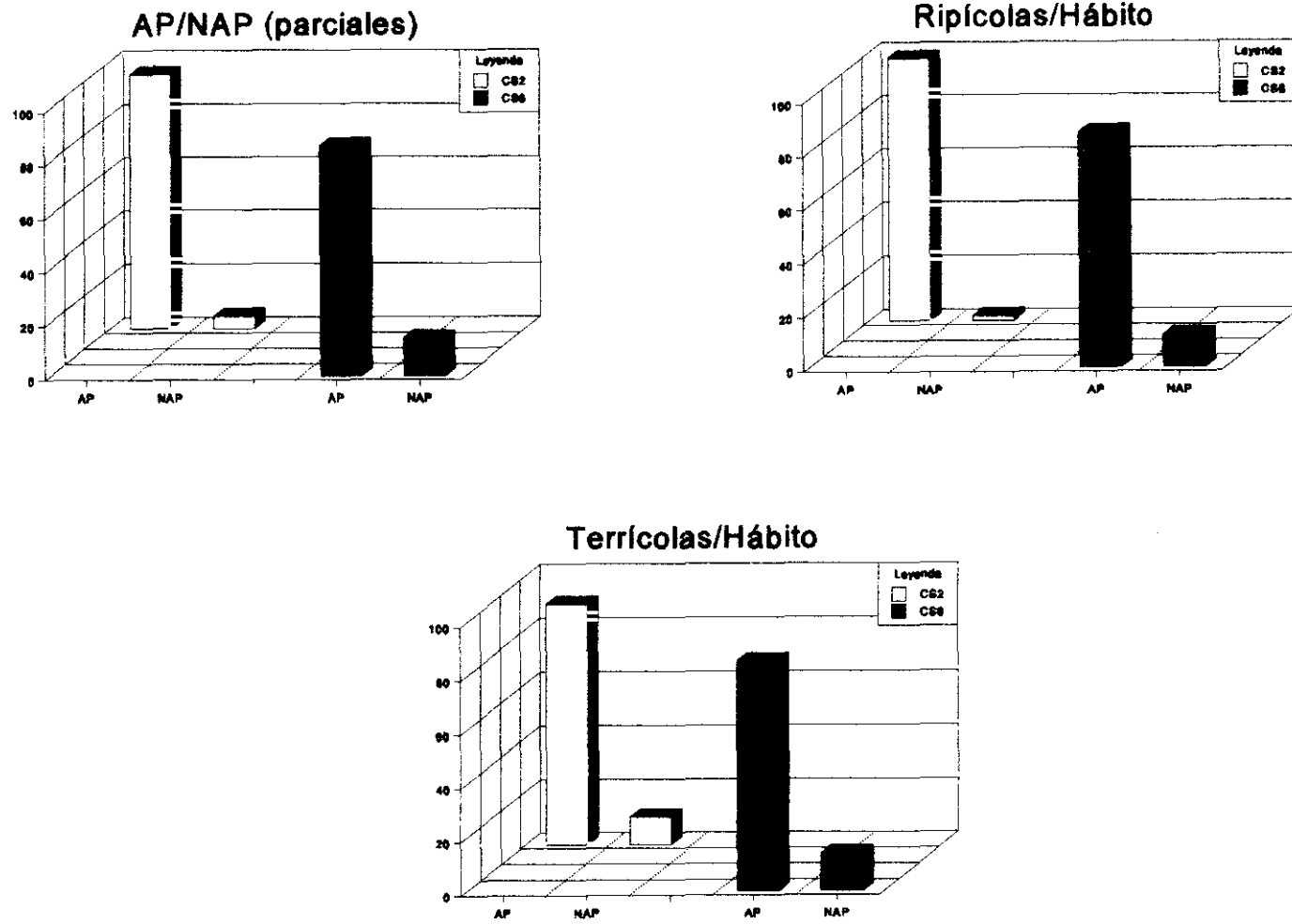


Fig. 96

de precipitaciones en la zona. Sin embargo, no se observa un descenso de Pinaceae, excepto la casi desaparición de *Cedrus*. El aumento de Poaceae y la disminución de *Alnus* podría señalar una apertura de los ecosistemas ribereños.

Como indican tanto las proporciones de palinomorfos como las de macrorrestos, las Fagaceae predominan numéricamente, siendo mayoritario el género *Quercus* (Tab. 3; Fig. 95). Posiblemente la zona se encontrara poblada por robledales y encinares. Si observamos los porcentajes de macrorrestos, *Quercus drymeja* se ha colectado de una forma muy abundante (45,37%) sobre el total de Fagaceae, seguido por *Quercus hispanica* con un 26,87%. Posteriormente habría que indicar los niveles de *Fagus*, género que debió tener dos especies en la zona.

Si atendemos al número de macrorrestos colectados, después de Fagaceae, Lauraceae sería la familia mejor representada (Fig. 94). No se ha encontrado ningún palinomorfo atribuible a esta familia debido a su fragilidad. Entre las lauráceas hay que reseñar la presencia de *Persea princeps* con un 46,22%. Posiblemente, en la la Cerdaña, durante la formación de los niveles de Coll de Saig, crecieron laurisilvas, donde quizás se integró *Quercus drymeja*, dado el tipo de hoja notófila que presentaba. En estas formaciones también debieron participar Cupressaceae, *Daphnogene* sp., *Laurophyllum* sp., aff. *Cedrela* sp., *Myrica lignitum*, *Myrica marginalis*, Sapotaceae, Fabaceae, *Acer integerrimum*, Myrsiniaceae, Arecaceae, etc...

Las ulmáceas también tuvieron una buena representación, destacándose *Zelkova zelkovaefolia* que debió formar bosquetes asociándose con Hamamelidaceae, quizás algunas Lauraceae, *Corylus* y *Acer integerrimum*.

Un tipo de formación que quizás también se desarrolló en la Cerdaña fueron los bosquetes de Aceraceae, cuya especie predominante fue *Acer pyrenaicum*, aunque tal vez del mismo modo se comportó como una especie acompañante de bosques de robles y hayas. No se han hallado granos de polen de este género, en primer lugar por las características del registro palinológico ya comentadas de este yacimiento, y en segundo por su dispersión anemófila y poca resistencia de sus palinomorfos a los procesos de fosilización.

Los robledales de *Quercus hispanica* debieron tener importancia en la zona, así como los hayedos. Especies acompañantes de estas formaciones debieron ser: *Juglans*, *Betula insignis*, *Carpinus*, *Corylus*, *Tilia vidali*, tipo *Robinia*, *Cornus* sp., *Acer subcampestre*, *Acer pyrenaicum*, etc... Posiblemente también se formaron asociaciones mixtas de frondosas y

coníferas en donde cohabitarían *Fagus* con *Abies* y *Tsuga*.

Las formaciones riparias y de pantano debieron ser importantes y aquí se integraban *Alnus occidentalis*, *Ulmus* sp., *Salix lavateri*, *Populus tremulaefolia*, *Myrica lignitum*, *Myrica marginalis*, *Carya*, *Pterocarya*, *Fraxinus numana* y *Glyptostrobus europaeus*. El componente herbáceo de estas formaciones estaría formado por Sparganiaceae-Typhaceae (se han hallado restos de *Typha latissima* y granos de polen del tipo *Typha latifolia*) y, posiblemente, Poaceae.

Las comunidades arbustivas debieron tener un buen desarrollo, y formarían parte los géneros *Corylus*, Ericaceae, *Cornus*, *Buxus* y quizás distintos tipos de Cistaceae.

Seguramente los taxones herbáceos formaron parte de todas las comunidades, destacándose Ranunculaceae, Amaranthaceae-Chenopodiaceae, *Cistus*, *Convolvulus*, Asteraceae tubuliflorae y Poaceae.

La mayoría de los taxones determinados en el yacimiento de Coll de Saig son mesotérmicos y meso/microtérmicos. También hay que destacar la presencia de elementos mega/mesotérmicos como Sapotaceae, Myrsiniaceae y Arecaceae. Posiblemente, el clima de la zona nororiental de la Península Ibérica, durante la formación de los sedimentos de este yacimiento, fue subtropical, aunque el que imperó en la Cerdaña fue templado cálido debido a que esta región se encontraba en una zona montañosa a unos 1.100 m sobre el nivel del mar, lo que produjo unas condiciones más frescas que propiciaron el desarrollo de la vegetación descrita. La hipótesis de que el clima fuera de tipo templado cálido se confirma por la elevada cantidad de angiospermas con margen dentado y el tanto por ciento también reseñable de taxones con márgenes lisos; además, casi todos los taxones identificados presentan hojas mesófilas y notófilas. Los períodos de lluvias que se desarrollaron en la Cerdaña debieron tener una abundante precipitación, como se infiere al estudiar la composición florística de la zona, y, posiblemente, el grado de humedad ambiental también debió ser reseñable como indica la presencia de laurisilvas. El análisis polínico nos muestra por su parte que hubo unos períodos con mayor pluviosidad que otros.

El análisis de correlación (Fig. 116, pág. 602), segrega el nivel CS2 del resto de los afloramientos de fondo de lago. Seguramente es debido a la escasa cantidad de granos de polen que presenta y su baja diversidad. A diferencia de éste nivel, el CS6, aunque no se agrupa con ningún otro en particular, sí se encuentra relacionado con todos los demás afloramientos de fondo de lago.

En resumen, el yacimiento de Coll de Saig ha proporcionado una macroflora muy rica, siendo pobre en palinomorfos. Debieron existir los siguientes ecosistemas: bosque de coníferas, hayedos, robledales de *Quercus hispanica*, encinares de *Quercus drymeja*, laurisilvas, formaciones de *Zelkova*, rodales de *Acer*, formaciones riparias y comunidades acuáticas. El clima debió ser templado cálido y el régimen de precipitaciones y/o el grado de humedad ambiental debió ser elevado aunque varió a lo largo del tiempo.

7.2.3. SAN SALVADOR

En esta localidad se tomó una muestra para realizar un análisis polínico que fue positivo; del mismo modo se colectó un conjunto de macrorrestos vegetales.

- Microflora:

Se han contabilizado 2.664 granos de los cuales se han llegado a determinar 2.421, lo que representa un 90,878% del total. El resto de los palinomorfos estudiados se agrupan en indeterminados (0,6%) e indeterminables (8,521%). La riqueza polínica obtenida en este afloramiento es de 385.112,3595 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuye en 42 taxones (Tab. 4): 1 de criptógamas, 8 de gimnospermas y 33 de angiospermas (21 arbóreos y 12 herbáceos). Hay que resaltar que un 53,49% de estos poseen anemofilia, frente a un 40,47% con entomofilia. El resto (6,04%) corresponde a las esporas, las cuales tienen una dispersión fundamentalmente hidrófila, y a taxones como *Salix*, con polinización polínica tanto anemófila como entomófila.

Los valores de diversidad según los diferentes índices son los siguientes:

-Simpson = 0,697

-Shannon y Wiener = 0,761

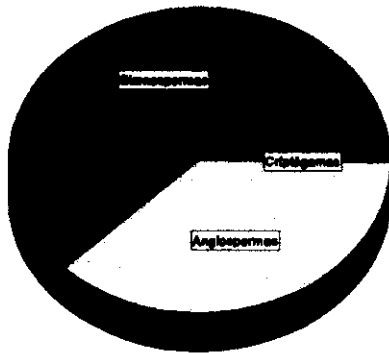
La equitabilidad obtenida es 0,460.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes se aprecia una dominancia clara de las gimnospermas (62,566%) frente a las angiospermas (37,395%), siendo el porcentaje de criptógamas casi insignificante (0,041%) (Fig. 97).

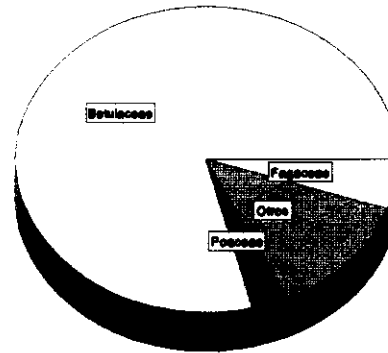
Las criptógamas se encuentran representadas por una única espora de *Laevigatosporites*. Entre las gimnospermas hay un dominio numérico absoluto de la familia Pinaceae, con un 92,87% del total de este grupo. Hay que destacar el género *Pinus*, que

San Salvador

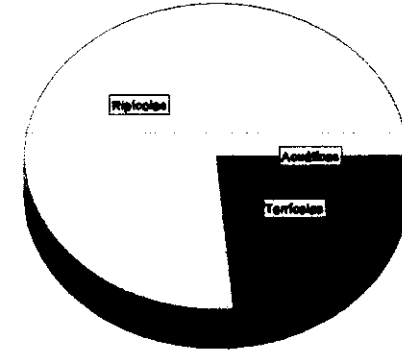
Grupos vegetales



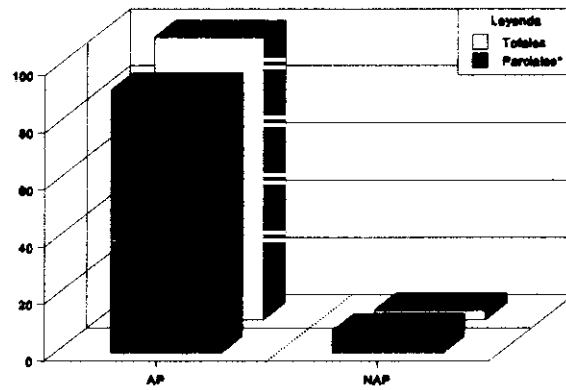
Angiospermas



Hábitat



AP/NAP



Hábitat/Hábito

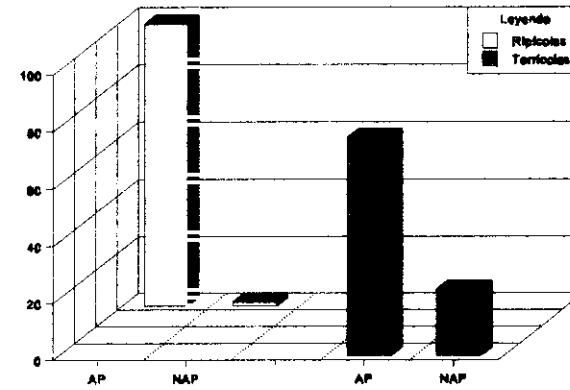


Fig. 97

representa un 84,35% del total de las gimnospermas. Dentro de las Pinaceae también hay que reseñar el género *Abies*, con un 6,93% del total de gimnospermas. El 4,68% del total de gimnospermas pertenece a la familia Cupressaceae. La caracterización de la familia Taxodiaceae es del 2,44% sobre el total de gimnospermas, siendo el taxón más representativo de esta familia el tipo *Taxodium*.

Las angiospermas presentan mayor diversidad que las gimnospermas. En este afloramiento se encuentran representadas principalmente tres familias, una de ellas con un porcentaje muy alto sobre el total de angiospermas: Betulaceae (79,11%), Fagaceae (5,19%), Poaceae (2,87%), Ulmaceae (2,43%), Amaranthaceae-Chenopodiaceae (1,68%) y Apiaceae (1,32%) (Fig. 97).

La abundancia de palinomorfos asignables al género *Alnus* es la que hace que sea Betulaceae la familia con mayor presencia después de las Pinaceae. Entre las Fagaceae el género *Quercus* aparece mucho mejor representado que *Fagus*, cuya presencia es casi testimonial (Tab. 4).

Se observa una dominancia numérica absoluta de los palinomorfos arbóreos frente a los no arbóreos, tanto si consideramos los totales (96,703% de AP frente a 3,297% de NAP), como si eliminamos esporas y Pinaceae (92,10% de AP frente a 7,90% de NAP) (Fig. 97).

Desde un punto de vista paleobiológico y tafonómico, sin estimar ni criptógamas ni Pinaceae, encontramos los siguientes valores (Fig. 97):

Démicas autóctonas = 0,099%

Démicas alóctonas = 70,38%

Adémicas alóctonas = 21,561%

Tanto en el segundo como en el tercer grupo, la proporción de elementos arbóreos es muy superior al de herbáceos (démicas alóctonas: AP = 98,74%, NAP = 1,26%; adémicas alóctonas: AP = 76,59%, NAP = 23,41%) (Fig. 97).

- Macroflora:

Se han colectado en este afloramiento 51 ejemplares referibles en un 41,17% a *Alnus occidentalis* y en un 17,65% a la familia Pinaceae (piñones del tipo 1 y 2, acículas indeterminadas y conos ♂). El resto de los ejemplares obtenidos, representados por uno o muy pocos ejemplares, deben relacionarse con las especies: *Acer pyrenaicum*, *Acer integerrimum*, *Betula insignis*, *Myrica lignitum*, *Populus tremulaefolia*, *Zelkova zelkovaefolia*, *Potamogeton*

orbiculare, *Typha latissima*, *Fagus pristina*, *Fagus* sp. (fruto) y restos indeterminados de dicotiledóneas y monocotiledóneas.

Todos ellos se han encontrado en forma de impresión o compresión, siendo más abundantes las primeras (54,9%) que las segundas (45,09%).

Resultados

Los datos palinológicos obtenidos indican una sobrerrepresentación de *Pinus*, *Alnus* y *Abies*, dado su carácter anemófilo, capacidad de dispersión, y en el caso de *Alnus*, su hábitat. En segundo lugar habría que señalar Cupressaceae, *Quercus*, *Corylus*, tipo *Taxodium*, Poaceae, *Ulmus-Zelkova* y *Betula*, que debían ser los taxones dominantes de los ecosistemas de la zona (Tab. 4).

La diversidad es media si tenemos en cuenta los índices de Simpson y Shannon. La equitabilidad es media/baja por la abundancia numérica de *Pinus*.

El carácter boscoso que tuvo la región durante la formación de los sedimentos de este afloramiento viene indicado por el conjunto de taxones arbóreos, que siempre es superior al de herbáceos en más de un 90%, tanto si se considera la totalidad de los taxones como si no se estiman ni esporas ni Pinaceae (Fig. 97).

Si analizamos los taxones desde un punto de vista paleobiológico y tafonómico sin valorar estos dos grupos, los démicos alóctonos dominan numéricamente a causa de la sobrerrepresentación de *Alnus*. Los taxones ribereños arbóreos destacan por tener casi un 100% de representación. Es verosímil pensar que existieron formaciones ribereñas en donde predominó el género *Alnus*, ya que no sólo se destaca por el número de palinomorfos sino por la gran cantidad de restos macroscópicos colectados (hojas y amentos masculinos y femeninos asignables a *Alnus occidentalis*). Los bosques de ribera y pantano, además de *Alnus*, debieron estar integrados por *Populus tremulaefolia*, *Sambucus*, *Fraxinus*, *Salix* y taxodiáceas con polen de tipo *Taxodium*. Posiblemente los géneros *Carya*, *Pterocarya* y *Myrica* también formaron parte de estas comunidades, aunque el número de palinomorfos hallados es muy bajo, ya que se han encontrado restos foliares de *Myrica lignitum* que parecen confirmar la existencia de myricáceas en los ecosistemas de la zona. El estrato herbáceo de estas comunidades estaría formado por Sparganiaceae-Typhaceae (debiéndose reseñar que se han hallado restos foliares de *Typha latissima*) y, seguramente, Poaceae.

Entre las adémicas alóctonas también predominan los AP frente a los NAP. Parece ser

que los bosques de la zona estuvieron principalmente formados por *Quercus* y *Ulmus-Zelkova*. *Fagus* se encuentra poco representado a partir de granos de polen, sin embargo, debieron existir hayas en la zona como revela la colecta de un resto foliar de *Fagus pristina* y un fruto de este género. Las comunidades de ulmáceas lo estuvieron por *Zelkova zelkovaefolia*.

La aparición de piñones de dos tipos, conos masculinos y acículas ponen de manifiesto la existencia de bosques de coníferas en donde se integraron *Pinus* y *Abies*. La mayor abundancia de restos macroscópicos correspondientes a hojas de dicotiledóneas indica que las aguas del lago ceretano no presentaban corrientes de alta energía.

Las comunidades acuáticas (démicas autóctonas) debieron ser importantes en la zona, aunque su registro palinológico es escaso. Es de destacar la presencia de macrorrestos de *Potamogeton orbiculare* y de granos de polen de este mismo género.

Las especies acompañantes de los bosques de la zona debieron ser: *Betula insignis*, *Tilia*, leguminosas del tipo *Robinia*, *Acer integerrimum*, *Acer pyrenaicum*, etc...

Las formaciones arbustivas debieron tener importancia, destacando la presencia de *Corylus*, género cuyos incrementos se pueden relacionar con los porcentajes de *Quercus*, lo que también ocurre en otros yacimientos como Oliá y torrente de Vilella.

Las comunidades de plantas herbáceas tuvieron un buen desarrollo en la zona como pone de manifiesto la aparición de palinomorfos de Amaranthaceae-Chenopodiaceae, Apiaceae y Asteraceae, entre otros.

Un grupo de taxones entre los que se destacan *Picea* y *Liquidambar* aparecen puntualmente representados en este yacimiento. Si hubieran poblado la zona su porcentaje hubiera sido mucho mayor debido a su alta producción polínica y dispersión anemófila, luego parece que debieron ser exóticos y sus granos de polen arrastrados hasta la Cerdaña por los vientos.

Este afloramiento presenta una riqueza polínica alta.

Si consideramos todo el conjunto de los taxones se observa que la inmensa mayoría son mesotérmicos o meso/microtérmicos, por lo que las condiciones climáticas debieron ser templadas o templado cálidas.

El análisis de correlación (Fig. 116, pág. 602) agrupa este yacimiento con los del Barranco de Salanca, Torrente de la Bavosa y Camino de Balltarga a Bor debido a su alta proporción de Pinaceae, Betulaceae y Fagaceae. Por los porcentajes de granos de fagáceas quizás los sedimentos de este afloramiento se depositaron bajo condiciones ambientales

semejantes a las que accaecieron durante la deposición del de Oliá.

La gran cantidad de valvas de ostrácodos halladas en este yacimiento puede indicar una cercanía a la orilla o menores batimetrías (MARTÍN-CLOSAS, 1995), sin embargo como se manifiesta en el apartado de Tafonomía podrían ser resedimentados o reelaborados. Por otra parte, el alto porcentaje de elementos ripícolas podría indicar, si nos fijamos en el efecto Neves ya explicado en el capítulo de Tafonomía, una mayor proximidad a una zona de orilla a diferencia de otros afloramientos, también con sedimentos propios de facies lacustres profundas, como los del barranco de Salanca y Beders.

En resumen, durante la deposición de los sedimentos de este afloramiento, parece que las condiciones ambientales eran templadas o templado cálidas y la zona estuvo principalmente cubierta por bosques de coníferas, quercíneas y ulmáceas. Los bosques riparios, en donde *Alnus* tuvo una elevada representación, tuvieron un buen desarrollo.

7.2.4. CAMINO DE BALLTARGA A BOR

En este afloramiento se recogió una muestra de arcillas para su análisis desde un punto de vista palinológico, que fue positivo. De igual modo, se colectaron un buen número de macrorrestos vegetales.

- Microflora:

Se han contabilizado 14.970 granos de los cuales se han llegado a determinar 14.692, lo que representa un 98,142% del total. El resto de los palinomorfos estudiados se agrupan en indeterminados inaperturados (0,126%), otros indeterminados (0,060%) e indeterminables (1,67%). La riqueza polínica obtenida en este afloramiento es de 2.845.719,373 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuye en 48 taxones (Tab. 5): 2 de criptógamas, 10 de gimnospermas y 37 de angiospermas (26 arbóreos y 11 herbáceos). Hay que resaltar que un 61,22% de estos poseen anemofilia, frente a un 32,65% con entomofilia. El resto (6,13%) corresponde a las esporas, las cuales tienen una dispersión fundamentalmente hidrófila, y a taxones como *Salix*, con polinización tanto anemófila como entomófila.

Los valores de diversidad según los diferentes índices son los siguientes:

-Simpson = 0,579

-Shannon y Wiener = 0,625

La equitabilidad obtenida es 0,363.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes (Fig. 98) se aprecia una amplia dominancia de las gimnospermas (90,423%) frente a las angiospermas (9,554%), siendo el porcentaje de criptógamas casi insignificante (0,233%).

Las criptógamas se encuentran representadas por esporas de Osmundaceae, tipo *Polypodium* y *Laevigatosporites*. Entre las gimnospermas hay un dominio numérico absoluto de la familia Pinaceae, con un 98,92% del total. Hay que destacar al género *Pinus*, que representa un 69,8% del total de las gimnospermas. Dentro de las Pinaceae también hay que reseñar los géneros *Abies* y *Cathaya* con porcentajes de 19,91% y 7,79% respectivamente sobre el total. La representación del resto de las familias de gimnospermas es muy baja, no llegando al 1% en ninguno de los casos.

Las angiospermas presentan mayor diversidad que las gimnospermas, debiéndose destacar por su abundancia 5 familias, que en ningún caso sobrepasan el 50% del total. Éstas son: Betulaceae (39,87%), Fagaceae (25%), Poaceae (12,39%), Juglandaceae (5,39%) y Ulmaceae (4,3%) (Fig. 98). Entre las angiospermas que presentan un porcentaje que ronda el 1% sobre su total debemos distinguir: Amaranthaceae-Chenopodiaceae, Fabaceae, Oleaceae y Sparganiaceae-Typhaceae.

La familia de angiospermas mejor representada es Betulaceae debido a la alta proporción de *Alnus* y *Corylus*. Entre las Fagaceae, *Quercus* presenta un mayor número de granos que *Fagus* (Tab. 5).

Se observa una dominancia numérica absoluta de los palinomorfos arbóreos frente a los no arbóreos, tanto si consideramos los totales (98% de AP frente a 2% de NAP), como si eliminamos esporas y Pinaceae (82,83% de AP frente a 17,17% de NAP) (Fig. 98).

Desde un punto de vista paleobiológico y tafonómico, sin estimar ni criptógamas ni Pinaceae, encontramos los siguientes porcentajes (Fig. 98):

Démicas autóctonas = 0,86% (acuáticas)

Démicas alóctonas = 34,81% (ripícolas)

Adémicas alóctonas = 64,33% (terricolas)

En los dos últimos grupos, el porcentaje de elementos arbóreos es muy superior al de herbáceos (démicas alóctonas: AP = 95,64%, NAP = 4,36%; adémicas alóctonas: AP = 77%, NAP = 23%) (Fig. 98).

Camino de Balltarga a Bor

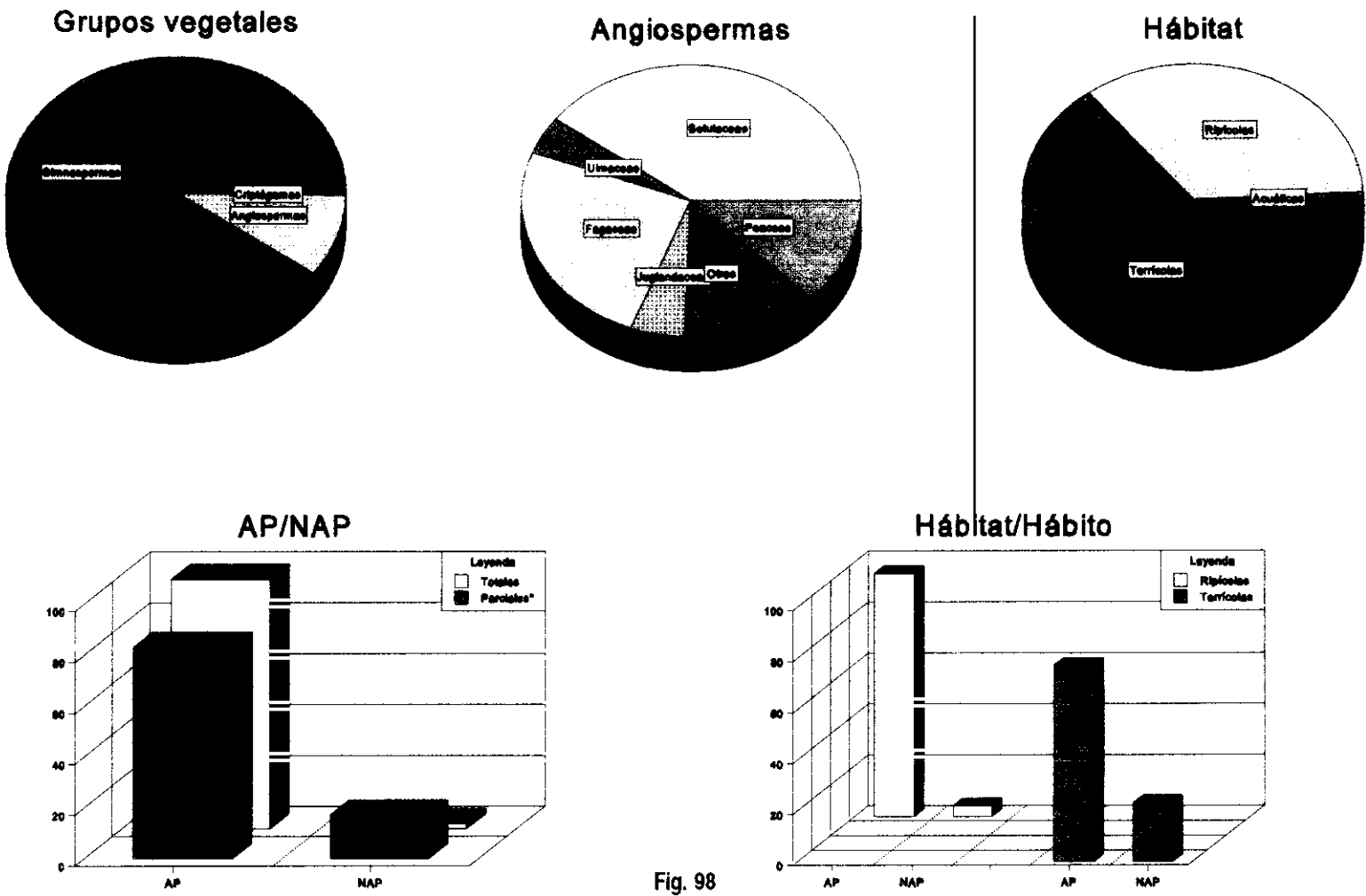


Fig. 98

- Macroflora:

Se han estudiado 249 ejemplares, de los cuales el 89,96% del total (224 ejemplares) son restos foliares, tratándose pues de una filocenosis según la terminología de KRASILOV (1975), aunque existe un alto porcentaje para lo que es habitual, de frutos, conos de gimnospermas y amentos (10,04%). Es baja la proporción de frutos alados: 4,41% del total de restos estudiados.

La mayoría de los ejemplares estudiados se encuentran en forma de impresión (53,01%), apareciendo compresiones (45,39%) y especímenes con la cutícula preservada (1,60%) en un porcentaje inferior (Fig. 99).

El conjunto de los ejemplares se ha podido atribuir en su totalidad a grandes grupos, siendo el mejor representado el de las angiospermas dicotiledóneas (19 taxones), seguido por las gimnospermas (7 taxones) y las angiospermas monocotiledóneas (3 taxones). Hasta el momento no se ha encontrado ningún resto macroscópico relacionable con alguna división de criptógamas (Tab. 6).

Los valores de diversidad según los diferentes índices son los siguientes:

-Simpson = 0,893

-Shannon = 1,123

La equitabilidad obtenida es 0,785.

Teniendo en cuenta el número de restos hallados se han calculado los siguientes porcentajes (Fig. 99):

Gimnospermas = 6,02%

Angiospermas dicotiledóneas = 91,16%

Angiospermas monocotiledóneas = 2,41%

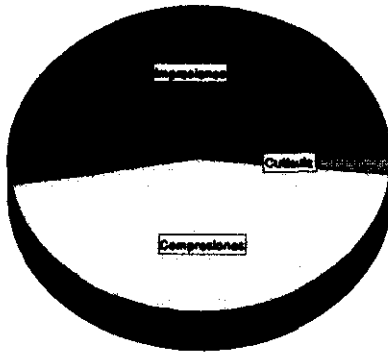
Entre las gimnospermas destacan las pináceas con un 53,33% del total del grupo, en segundo lugar las taxodiáceas con un 40%, y finalmente las cupresáceas con un 6,67% (Fig. 99).

Las angiospermas presentan mayor diversidad y número de ejemplares que las gimnospermas, debiéndose reseñar los porcentajes, sobre el total de angiospermas, de las familias: Fagaceae (40,34%), Myricaceae (14,16%), Ulmaceae (8,15%), Lauraceae (7,72%), Aceraceae (6,43%) y Betulaceae (5,58%) (Fig. 99).

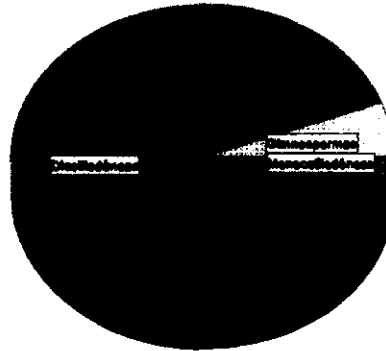
La familia Fagaceae es la que tiene mayor presencia, debiendo destacarse *Quercus drymeja* como la especie más abundante (53,19% sobre el total de Fagaceae). En segundo

Camino de Balltarga Bor

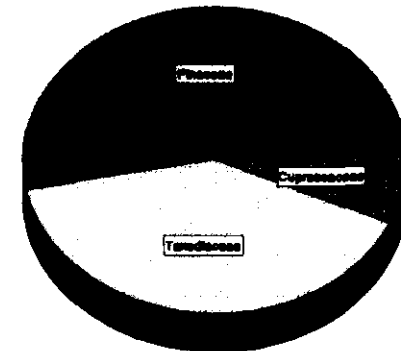
Tipos de Preservación



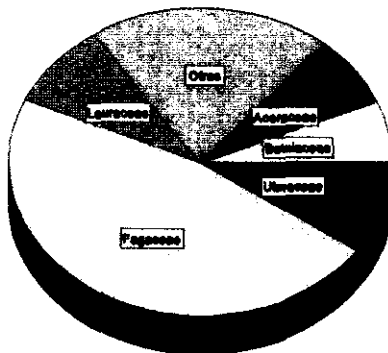
Grupos vegetales



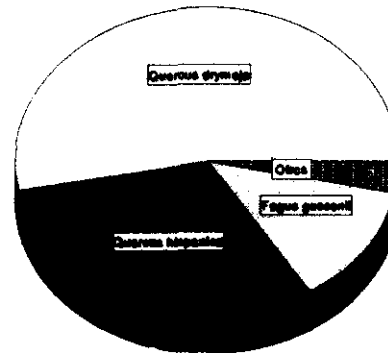
Gimnospermas



Angiospermas



Fagaceae



Hábitat

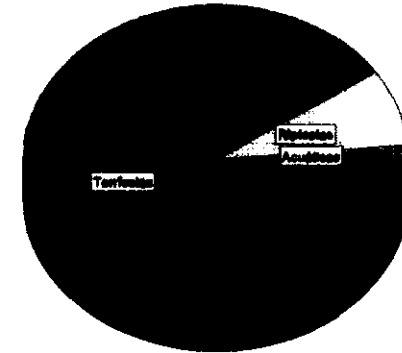


Fig. 99

lugar hay que mencionar *Quercus hispanica* y *Fagus gussonii* con porcentajes de 30,85% y 12,76% respectivamente sobre el total de Fagaceae (Fig. 99).

Entre las angiospermas dicotiledóneas se han colectado 23 restos foliares absolutamente indeterminables.

Si consideramos todos los especímenes colectados, se observa una dominancia absoluta de taxones arbóreos frente a no arbóreos, tanto si consideramos los totales (97,33% de arbóreos frente a 2,67% de no arbóreos), como si tenemos en cuenta únicamente las angiospermas (97,14% de arbóreos frente a 2,86% de no arbóreos).

Desde un punto de vista paleobiológico y tafonómico estimando únicamente a las angiospermas, encontramos las siguientes proporciones (Fig. 99):

Démicas autóctonas = 1,43% (acuáticas)

Démicas alóctonas = 8,09% (ripícolas)

Adémicas alóctonas = 90,47% (terricolas)

Las démicas alóctonas presentan un porcentaje de elementos arbóreos es muy superior al de herbáceos (arbóreos = 82,35%, herbáceos = 17,65%), siendo el tanto por ciento de elementos arbóreos en el caso de las adémicas alóctonas del 100%.

Resultados

En primer lugar es de reseñar la contradicción existente entre los datos obtenidos a partir de los palinomorfos y los alcanzados gracias a los macrorrestos. Entre los granos de polen dominan numéricamente las gimnospermas (90,423%), específicamente el grupo de las pináceas, sobre angiospermas y esporas. En contraposición a estos resultados las angiospermas dicotiledóneas son el grupo mayoritariamente representado a partir de macrorrestos (91,16%).

Esta contradicción es debida a un problema tafonómico ya que las Pinaceae tienen una producción polínica y un tipo de polen con una gran capacidad de dispersión respecto a los palinomorfos de otras plantas. A causa de esto, el polen de Pinaceae está sobrerrepresentado en este afloramiento. Sin embargo, dadas las características del lago ceretano, el haber colectado en este yacimientos acículas y conos masculinos de *Pinus*, piñones y escamas tectrices de Abietoideae, además de corroborar la existencia de coníferas en la zona, indica que los bosques que lo integraron debieron tener relevancia en la zona.

También existe contradicción entre los datos obtenidos a partir de macro y microrrestos en el conjunto de las angiospermas. En lo referente a granos de polen, el análisis

nos indica que las familias mejor representadas son: Betulaceae, Fagaceae, Poaceae, Juglandaceae y Ulmaceae; mientras que entre los macrorrestos predominan Fagaceae, Myricaceae, Ulmaceae, Lauraceae, Aceraceae y Betulaceae.

Estudiando el conjunto de los palinomorfos, la diversidad es media si usamos los índices de Simpson y Shannon; a consecuencia de los altos niveles de Pinaceae la equitabilidad es baja.

A diferencia de los granos de polen, los valores de diversidad según los índices de Simpson y Shannon son altos si consideramos los macrorrestos, sin embargo, hay que destacar que hemos trabajado con un escaso número de ellos (249). De forma contraria a los palinomorfos, la equitabilidad obtenida es alta.

El estudio palinológico de los sedimentos de este yacimiento parece indicar que durante su deposición la zona estuvo poblada por bosques, ya que tanto si consideramos la totalidad de los palinomorfos, como si no estimamos ni esporas ni Pinaceae el porcentaje de los AP es siempre superior en un 80% al de los NAP. El dato de arbóreos/no arbóreos con respecto a los macrorrestos no se debe tener en cuenta ya que por un problema de transporte siempre dominan los árboles.

Si dividimos los taxones desde un punto de vista paleobiológico y tafonómico, observamos la muy baja proporción de dérmicos autóctonos representados únicamente entre los macro y microrrestos por *Potamogeton*.

Teniendo también en cuenta tanto a los macrorrestos como a los palinomorfos, son las adémicas alóctonas las que poseen un porcentaje superior, lo que quizás indica un menor desarrollo de los ecosistemas de ripícolas.

Tanto el caso de los dérmicos alóctonos como en el de los adémicos alóctonos, la proporción de AP es superior a la de NAP, corroborando así el carácter forestal de la vegetación de la zona.

Si analizamos los taxones determinados, la dominancia numérica de Betulaceae con respecto a los palinomorfos se debe a una sobrerrepresentación de *Alnus* a causa de su elevada producción polínica y hábitat ribereño. Además, hay que destacar la proporción de *Corylus*, que como ya hemos indicado para el yacimiento de San Salvador, parece que se encuentra ligado a la de *Quercus*.

Si, por su sobrerrepresentación no estimamos las betuláceas, los datos macro y microflorísticos coinciden en indicar a las fagáceas como los taxones que tendrían

predominancia en algunos de las biotas de la zona. Dentro de esta familia, *Quercus* sería el mejor representado, por lo que no es extraño que, como hemos mencionado anteriormente en el caso de Oliá y San Salvador, *Corylus* posea altos porcentajes.

Como en el yacimiento de Coll de Saig, *Quercus drymeja* es la fagácea más abundante. Parece claro que formó encinares y probablemente se asociara con especies propias de laurisilva. En segundo lugar, hay que reseñar *Quercus hispanica*, especie que señala condiciones ambientales más frescas dada su hoja de tipo caducifolio o marcescente. Debió formar robledales en los que se asoció con especies como *Acer*, *Corylus*, *Carpinus*, etc. La existencia de hayedos parece estar demostrada por la cantidad de granos encontrados y por la colecta de restos foliares de *Fagus gussonii*. Las hayas debieron encontrarse acompañadas por *Betula*, *Tilia*, *Acer*, entre otros, y quizás formar bosques mixtos con coníferas como *Abies*.

El elevado porcentaje de palinomorfos atribuibles a Poaceae y Juglandaceae puede ser debido tanto a la alta producción polínica que tienen los representantes de esta familia como a su hábitat. En el caso de las juglandáceas, los géneros *Carya* y *Pterocarya* son ribereños o propios de zonas pantanosas, mientras que *Juglans* podría haberse integrado tanto en formaciones de quercíneas o de hayedos como una especie acompañante. El caso de *Platycarya* sería diferente, ya que se trata de un árbol entomófilo que seguramente se hallaba en encinares o laurisilvas dado que se trata de un género mesotérmico.

La familia Poaceae debió estar presente en todos los ecosistemas de la Cerdaña y la gran cantidad de granos de polen hallados podría deberse a que algunos taxones de esta familia se instalaron en las orillas de los lagos o en las zonas pantanosas formando comunidades semejantes a los cañaverales o carrizales actuales.

Al analizar los macrorrestos, destaca la abundancia de ejemplares de *Myrica lignitum* colectados en comparación con la escasez de palinomorfos asignables a este género. Es un hecho que se repite en todos los yacimientos de la Cerdaña, ya que con respecto a *Myrica*, siempre los porcentajes de macrorrestos superan a los de palinomorfos. Una razón pudiera ser que el polen de las especies de este género que habitaron en la Cerdaña tuvieran menor resistencia a los procesos de fosilización que otros palinomorfos.

Las ulmáceas se encuentran bien representadas tanto por medio de palinomorfos como por macrorrestos. Posiblemente se formaron bosquetes de *Zelkova zelkovaefolia* en donde se integraron especies de Aceraceae, Hamamelidaceae, Betulaceae, etc...

Las lauráceas están presentes en este yacimiento únicamente como restos foliares

debido a la fragilidad de sus palinomorfos, que no soportan los procesos de fosilización; debieron formar manchas de laurisilva o combinarse con *Quercus drymeja* formando bosques mixtos.

Finalmente, las aceráceas debieron tener una buena representación en las comunidades vegetales de la zona formando bosquetes o integrándose como especies acompañantes en otras comunidades forestales como los robledales o hayedos. La baja cantidad de granos de polen de *Acer* determinada se explica por su dispersión entomófila y fragilidad de su exina.

Los bosques de ribera y pantano estuvieron integrados por *Alnus* (*A. occidentalis*), *Carya*, *Pterocarya*, *Myrica lignitum*, *Glyptostrobus europaeus*, *Salix*, *Fraxinus* y *Typha latissima*.

El estrato arbustivo fue importante en la zona y estuvo integrado por *Corylus*, Ericaceae, *Ilex* y *Buxus pliocenica*. Del mismo modo, las comunidades herbáceas fueron ricas y estuvieron formadas por Ranunculaceae, Amaranthaceae-Chenopodiaceae, Caryophyllaceae, *Helianthemum*, Apiaceae, Asteraceae tubuliflorae, Poaceae, y Liliaceae.

Algunos taxones como cf. Cycadaceae, *Platanus*, *Liquidambar* y Arecaceae con seguridad no crecieron en la zona, habiendo sido arrastrados por los vientos desde lugares alejados.

La mayoría de los taxones estudiados son mesotérmicos o meso/microtérminos, por lo que el clima de la zona debió ser templado o templado cálido. En las zonas cercanas al lago la humedad debió ser importante, como señalan las plantas típicas de laurisilva. El índice de precipitaciones debió ser elevado para poder permitir el desarrollo de comunidades como los hayedos y abetales.

Casi todos los taxones estudiados a partir de macrorrestos son mesófilos o notófilos, confirmándose así la existencia de un clima templado o templado cálido; además la mayoría de los restos de hojas presentan el margen aserrado.

El análisis de correlación agrupa este yacimiento con el del torrente de la Bavosa, que se encuentra geográficamente muy próximo y posee un contenido polínico parecido (Fig. 116), tal vez los sedimentos de estos dos afloramientos se depositaron de forma coetánea. Suponemos que dada su proximidad geográfica, las condiciones de fosilización fueron semejantes, de hecho en el torrente de la Bavosa también aparecen nódulos. Si tenemos en cuenta su contenido polínico, el afloramiento del torrente de la Bavosa y el que nos ocupa se agrupan con el del barranco de Salanca (Fig. 116, pág. 602).

La riqueza polínica del yacimiento del camino de Balltarga a Bor es muy alta dada la gran cantidad de polen de Pinaceae hallado.

En resumen, durante la formación de los sedimentos de este afloramiento la zona estuvo cubierta por bosques de distinto tipo: pinares y abetales, hayedos, robledales, encinares, laurisilva, formaciones de Ulmaceae y Aceraceae y bosques riparios y de pantano. Las asociaciones acuáticas también debieron ser importantes en la zona. Durante este tiempo se desarrolló un clima templado cálido o templado con un régimen abundante de lluvias.

7.2.5. BEDERS

En este afloramiento se recogió una muestra de arcillas para realizar un análisis palinológico, que fue positivo. Asimismo procedimos a la colecta de macrorrestos vegetales que se encuentran en abundancia.

- Microflora:

Se han contabilizado 10.323 granos de los cuales se han llegado a determinar 9.576, lo que representa un 92,763% del total. El resto de los palinomorfos estudiados se agrupan en indeterminados (0,639%) e indeterminables (6,596%). La riqueza polínica obtenida en este afloramiento es de 1.843.259,25 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuye en 64 taxones (Tab. 7): 3 de criptógamas, 11 de gimnospermas y 50 de angiospermas (28 arbóreos y 22 herbáceos). Hay que resaltar que un 43,75% de estos poseen anemofilia, frente a un 50% con entomofilia. El resto (6,25%) corresponde a las esporas, las cuales tienen una dispersión fundamentalmente hidrófila, y a taxones como *Parrotia*, con polinización tanto anemófila como entomófila.

Los valores de diversidad según los diferentes índices son los siguientes:

-Simpson = 0,681

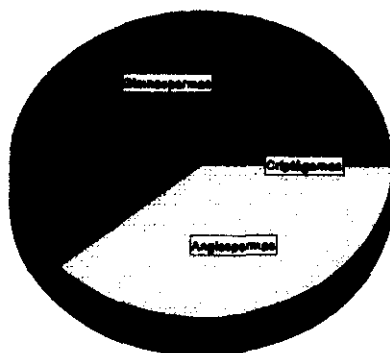
-Shannon y Wiener = 0,832

La equitabilidad obtenida es 0,457.

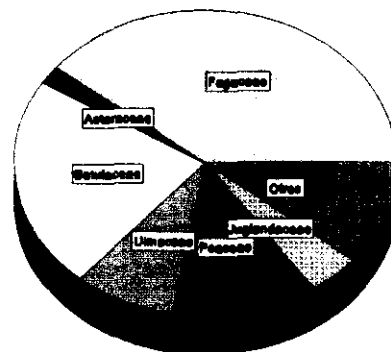
Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes se aprecia una dominancia clara de las gimnospermas (61,815%) frente a las angiospermas (38,103%), siendo el porcentaje de criptógamas casi insignificante (0,082%) (Fig. 100).

Beders

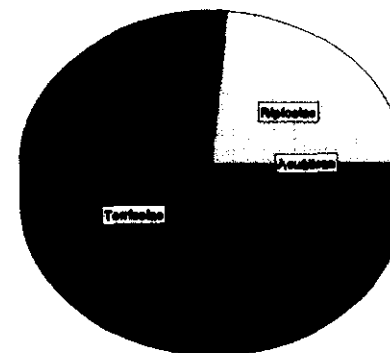
Grupos vegetales



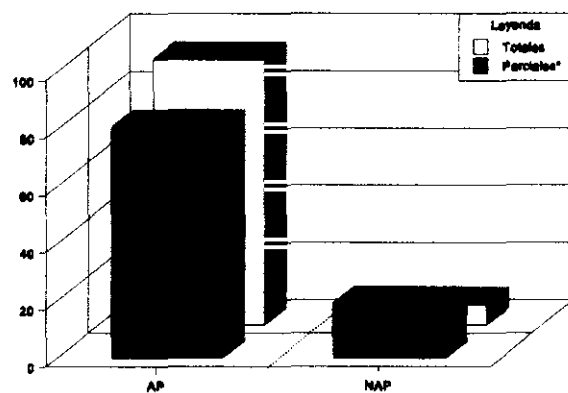
Angiospermas



Hábitat



AP/NAP



Hábitat/Hábito

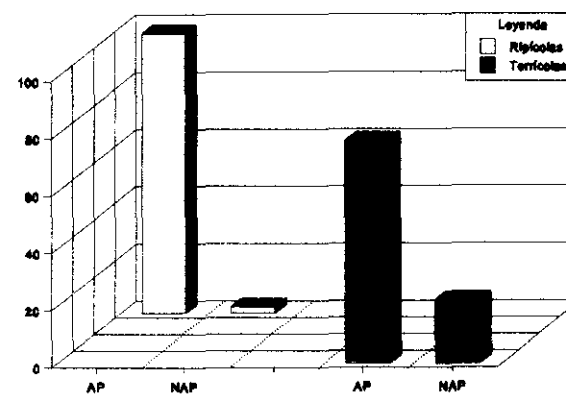


Fig. 100

Las criptógamas se encuentran representadas por *Laevigatosporites* y esporas de Osmundaceae. Entre las gimnospermas hay un dominio numérico absoluto de la familia Pinaceae, con un 97,98% del total de este grupo. Hay que destacar al género *Pinus*, que representa un 95,08% del total de las gimnospermas. Dentro de las pináceas también hay que reseñar el género *Tsuga*, con un 1,37% del total de gimnospermas. El resto de los taxones de Pinaceae no llegan al 1%.

El 1,06% del total de gimnospermas pertenece a la familia Taxodiaceae, predominando el tipo *Taxodium*. La representación de Cupressaceae no llega al 1% del total de gimnospermas. La aparición de *Ephedra* es casi anecdótica.

Las angiospermas presentan mayor número de taxones que las gimnospermas. Existen 6 familias que se destacan por su abundancia: Fagaceae (39,23%), Betulaceae (22,42%), Poaceae (12,42%), Ulmaceae (8,63%), Juglandaceae (4,41%) y Asteraceae (1,97%) (Fig. 100). Entre las angiospermas que presentan un porcentaje menor al 1% debemos distinguir, por el número de granos hallados, a las familias: Myricaceae, Ericaceae, Fabaceae, Buxaceae y Amaranthaceae-Chenopodiaceae.

La familia Fagaceae es la familia mejor representada, teniendo *Quercus* un mayor porcentaje (aunque por un número no muy alto de ejemplares) que *Fagus*. Entre las Betulaceae el género *Alnus* es el que se encuentra mayoritariamente representado con 666 ejemplares frente a los 78 y 71 de *Betula* y *Corylus*, y los 3 de *Carpinus*. Entre las Juglandaceae, los géneros con mayor presencia son *Carya* y *Pterocarya*. En cuanto a las Asteraceae, son las tubulifloras las que aparecen en mayor número frente a las ligulifloras (Tab. 7).

Se observa una dominancia absoluta de los palinomorfos arbóreos frente a los no arbóreos, tanto si consideramos los totales (92,86% de AP frente a 7,14% de NAP), como si eliminamos esporas y Pinaceae (80,96% de AP frente a 19,04% de NAP) (Fig. 100).

Desde un punto de vista paleobiológico y tafonómico, sin estimar ni criptógamas ni Pinaceae, encontramos los siguientes porcentajes (Fig. 100):

Démicas autóctonas = 0,27% (acuáticas)

Démicas alóctonas = 23,47% (ripícolas)

Adémicas alóctonas = 76,26% (terricolas)

Tanto entre las segundas como entre las terceras el porcentaje de elementos arbóreos es muy superior al de herbáceos (démicas alóctonas: AP = 97,74%, NAP = 2,26%; adémicas

alóctonas: AP = 77,86%, NAP = 22,14%) (Fig. 100).

- Macroflora:

Se han estudiado 170 ejemplares, de los cuales el 88,82% del total (151 ejemplares) son restos foliares. La diferencia (11,18%) corresponde fundamentalmente a frutos, involucros, conos de gimnospermas y amentos. Es muy baja la proporción de frutos alados: 3,52% del total de restos identificados.

Los ejemplares estudiados se encuentran repartidos casi al 50% entre compresiones e impresiones (49,41% y 47,65% respectivamente), apareciendo especímenes con la cutícula preservada en un porcentaje muy inferior (2,94%) (Fig. 101).

El conjunto de los ejemplares se divide en 33 taxones de la siguiente forma: 7 de gimnospermas, 25 de angiospermas dicotiledóneas y 1 de angiospermas monocotiledóneas. Hasta el momento no se ha encontrado ningún resto macroscópico relacionable con alguna división de helechos (Tab. 8).

Los valores de diversidad según los diferentes índices son los siguientes:

-Simpson = 0,914

-Shannon y Wiener = 1,185

La equitabilidad obtenida es 0,810.

Teniendo en cuenta el número de restos hallados se han calculado los siguientes porcentajes (Fig. 101):

Gimnospermas = 7,06%

Angiospermas dicotiledóneas = 92,35%

Angiospermas monocotiledóneas = 0,59%

Entre las gimnospermas halladas destacan las pináceas con un 41,67% del total del grupo, en segundo lugar las taxodiáceas con un 33,33%, y finalmente las cupresáceas con un 25% (Fig. 101).

Las angiospermas presentan mayor diversidad que las gimnospermas, debiéndose reseñar los porcentajes, sobre el total de angiospermas, de las familias: Lauraceae (3,18%), Ulmaceae (8,92%), Juglandaceae (3,18%), Myricaceae (3,82%), Fagaceae (59,23%) y Betulaceae (5,73%) (Fig. 101).

La familia Fagaceae es la que tiene mayor presencia entre las angiospermas, destacando *Fagus gussonii* como la especie más abundante (31,18% sobre el total de

Fagaceae); *Fagus pristina* y *Quercus hispanica* presentan un porcentaje sobre el total de Fagaceae idéntico: 20,43%; en último lugar, está *Quercus drymeja* con un 17,20% (Fig. 101).

Se han colectado 12 restos foliares absolutamente indeterminables de angiospermas dicotiledóneas (Tab. 8).

Si se considera la totalidad de los restos se observa una dominancia numérica total de taxones arbóreos frente a los no arbóreos, tanto si tenemos en cuenta los totales (98,74% de arbóreos frente a 1,26% de no arbóreos), como si estimamos únicamente las angiospermas (98,62% de arbóreos frente a 1,38% de no arbóreos).

Desde un punto de vista paleobiológico y tafonómico, hallamos la siguiente relación (Fig. 101):

Démicas autóctonas = 0,66% (acuáticas)

Démicas alóctonas = 11,18% (ripícolas)

Adémicas alóctonas = 88,16% (terricolas)

Las segundas presentan una cifra de elementos arbóreos muy superior al de herbáceos (arbóreos = 92,31%, herbáceos = 7,69%), siendo el porcentaje de elementos arbóreos en el caso de las adémicas alóctonas del 100%.

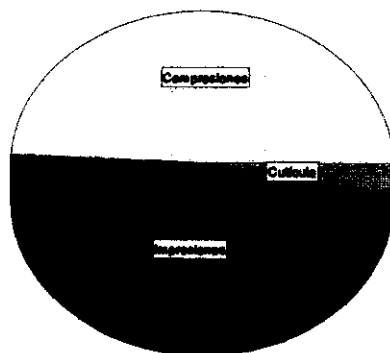
Resultados

Tras el estudio de los palinomorfos de este yacimiento observamos una clara sobrerrepresentación de Pinaceae, entre las que destaca *Pinus*; existiendo un dominio numérico absoluto de dicotiledóneas arbóreas en el conjunto de los macrorrestos.

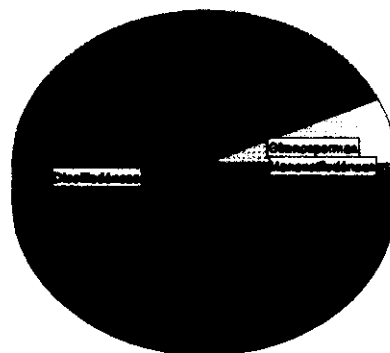
Se trata del mismo caso ya explicado en el yacimiento anterior, en primer lugar, la gran representación de dicotiledóneas arbóreas entre los macrorrestos indica condiciones de baja energía en las aguas del lago. Sin embargo, esto no quiere decir que en la zona no se desarrollaran comunidades de coníferas. Durante la formación de los sedimentos de este afloramiento debieron existir bosques en donde *Pinus*, *Abies*, *Tsuga* y Cupressaceae tuvieron una buena representación. La prueba de ello es que se han colectado conos masculinos referibles al género *Pinus*, piñones posiblemente atribuibles los géneros *Abies*, *Cedrus*, *Pinus* y *Picea*, piñas asignables a *Tsuga* y ramas con hojas de cupresáceas. Todos estos restos tienen menor capacidad de dispersión por los vientos que las hojas de dicotiledóneas y, además, su transporte acuático en medios de baja energía también es menor. Por otra parte, los palinomorfos de Pinaceae fueron producidos en mayor proporción y tienen mayor capacidad

Beders

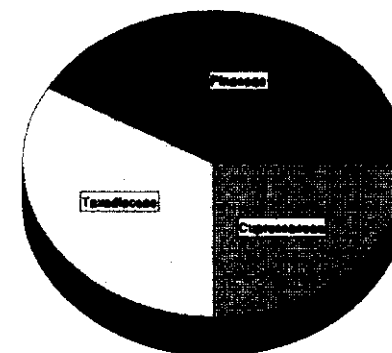
Tipos de Preservación



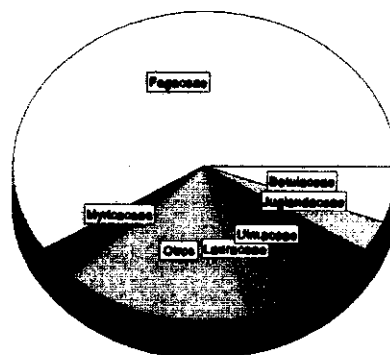
Grupos vegetales



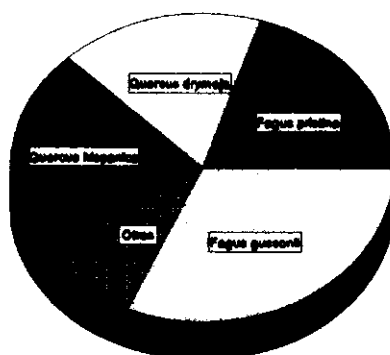
Gimnospermas



Angiospermas



Fagaceae



Hábitat

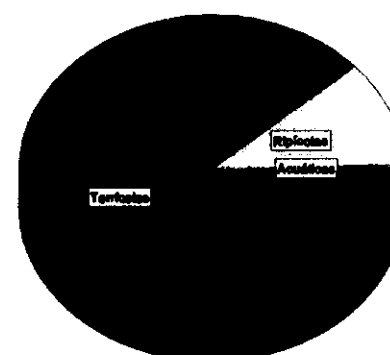


Fig. 101

de dispersión que los del resto de los taxones determinados, por lo que aunque se encuentran sobrerrepresentados todo parece indicar, dada la existencia de macrorrestos, la presencia de *Pinus* en la zona. Como conclusión, las gimnospermas debieron tener una importante representación en los ecosistemas de la zona, y quizás formaran bosques extensos tanto en los "uplands" como en los "inlands".

Teniendo en cuenta el contenido polínico del yacimiento, después de *Pinus* los taxones mejor representados son *Quercus*, *Fagus*, *Alnus*, Poaceae y *Ulmus-Zelkova*, coincidiendo más o menos con los datos macroflorísticos que indican que Fagaceae es la familia mejor representada, seguida por Ulmaceae y Betulaceae.

Tras aplicar los índices de Simpson y Shannon al conjunto de los palinomorfos, hallamos que los valores de diversidad son medios/altos. La equitabilidad es media/baja debido a la sobrerrepresentación que tiene el género *Pinus*.

La macroflora presenta unos valores de diversidad altos, así como una equitabilidad también elevada. No obstante, no los podemos considerar como muy exactos dada la escasa cantidad de macrorrestos estudiada.

El que, durante la formación del yacimiento de Beders, la Cerdaña estuviera poblada por bosques se corrobora por la alta proporción de palinomorfos arbóreos hallados que siempre es superior al 80%. La hiperabundancia de elementos arbóreos indicada por los macrorrestos se debe a que la mayoría fueron arrastrados al lago por vientos.

Si dividimos los taxones según un punto de vista paleobiológico y tafonómico, los adémicos alóctonos predominan tanto entre los micro como entre los macrorrestos, luego o las comunidades ripícolas debieron tener un menor desarrollo que las terrícolas durante la formación de los sedimentos de este yacimiento, o se encuentran menor representadas debido al efecto Neves.

Las plantas acuáticas (démicas autóctonas) se encuentran pobremente representadas por Nymphaeaceae, *Trapa ceretana* y *Potamogeton*, aunque debieron tener cierta relevancia en los ecosistemas de la zona.

Atendiendo a los palinomorfos, el porcentaje de AP es muy superior al de NAP tanto entre los elementos démicos alóctonos como entre los adémicos alóctonos, corroborando así la existencia de densas masas forestales en la zona.

Entre las adémicas alóctonas podemos observar una elevada diversidad de elementos herbáceos entre los que señalaremos: Ranunculaceae, Amaranthaceae-Chenopodiaceae,

Caryophyllaceae, Fabaceae, *Convolvulus*, *Phlomis*, Lamiaceae, *Linum*, *Euphorbia*, *Cistus*, *Helianthemum*, Apiaceae, Asteraceae, Liliaceae, etc. Es decir, las comunidades herbáceas de la zona fueron ricas y diversas como indica el número de taxones determinados. A causa de la existencia de esta asociación de taxones herbáceos entomófilos, la proporción total de elementos entomófilos es superior al de anemófilos.

Si analizamos los porcentajes de la familia Fagaceae, los datos polínicos indican que *Quercus* tiene una proporción ligeramente mayor que *Fagus*, al contrario de lo que ocurre con la macroflora. Sin embargo, el escaso número de restos estudiados (170) con respecto a los 9.576 granos de polen contados, nos hace tomar estos datos con cautela, aunque parece que la vegetación dominante de los "inlands" de la Cerdaña estuvo compuesta por robles, encinas y hayas. También habría que señalar la formación de bosquetes de ulmáceas, seguramente de *Zelkova zelkovaefolia*, y de comunidades ripícolas en donde se integraron *Alnus occidentalis*, *Carya*, *Pterocarya*, *Myrica lignitum*, *Salix*, *Populus*, *Fraxinus numana*, *Sambucus* y taxodiáceas del tipo *Taxodium*, entre las que destaca *Glyptostrobus europaeus* a partir de macrorrestos. Estas comunidades poseyeron un estrato herbáceo en donde se instalarían Sparganiaceae-Typhaceae y, posiblemente, gramíneas. El género *Alnus* se encuentra representado por 666 granos de polen, mientras que únicamente lo está por 4 restos foliares y un amento femenino. La gran cantidad de polen de este género es debida seguramente a una sobrerepresentación por su dispersión anemófila y hábitat ribereño.

Las gramíneas, como ya se ha explicado en otras ocasiones, presentan un alto porcentaje polínico debido a su anemofilia y seguramente a su hábitat, ya que pudieron encontrarse tanto en zonas boscosas como en comunidades de ribera.

Los bosques de Ulmaceae seguramente se encontraron dominados por *Zelkova zelkovaefolia*, y entre sus elementos acompañantes debieron estar *Corylus*, *Acer* y hamamelidáceas.

Como hemos apuntado anteriormente, en el componente arbóreo destacaría la familia Fagaceae. BURNHAM *et al.* (1992) expusieron que "las hojas de árboles grandes comunes en la zona de estudio serán abundantes en todas las muestras". Nosotros creemos que los árboles más comunes fueron las diferentes especies de *Fagus* y *Quercus* como también indica el registro polínico. Entre los representantes del género *Quercus* hay que señalar dos especies: *Quercus hispanica* y *Quercus drymeja*. Tal vez la primera habitó en zonas con condiciones ambientales más frías y húmedas que la segunda. Posiblemente formaron dos cinturones de

vegetación, viviendo *Q. drymeja* en lugares más protegidos y quizás más secos que *Q. hispanica*, como parece indicar su hoja de tipo coriáceo. Los encinares y robledales tuvieron especies acompañantes entre las que destacamos: Hamamelidaceae (*¿Parrotia?*), *Juglans*, cf. *Castanea* sp., *Quercus mediterranea*, *Carpinus neilreichii*, Leguminosas del tipo *Robinia*, *Buxus pliocenica*, *Ilex*, *Acer integerrimum* y diferentes especies de Lauraceae que no han quedado registradas a partir de polen a causa de la labilidad de sus granos.

En los hayedos debieron desarrollarse *Juglans*, *Betula insignis*, *Tilia vidali*, *Frangula* y quizás algunos de los taxones ya mencionados para los robledales y encinares. Pudiera ser que también existieran formaciones mixtas de hayas y coníferas como *Abies*, *Tsuga* y Cupressaceae.

Las comunidades arbustivas de la zona fueron importantes contando con taxones como *Corylus*, Ericaceae y *Buxus*.

La aparición de polen del tipo *Sequoia*, *Cedrus*, *Picea* y *Liquidambar* es casi nula. Posiblemente estos géneros habitaron en regiones lejanas y sus granos fueron arrastrados hasta la Cerdaña por vientos.

Seguramente las condiciones atmosféricas generales fueron cálidas, aunque la Cerdaña, al ser una zona de montaña, estuvo condicionada por el componente altitudinal que tuvo como consecuencia una disminución de las temperaturas. Así, aunque se han detectado taxones megatérmicos o mega/mesotérmicos como las Sapotaceae, la mayoría de los que se han determinado son mesotérmicos o micro/mesotérmicos, lo que nos indica que las condiciones climáticas que imperaban en la Cerdaña eran templadas o templado cálidas. El clima templado viene ratificado por que la inmensa mayoría de los restos foliares macroscópicos de dicotiledóneas colectados presenta el margen aserrado y son de tipo mesófilo. El gran desarrollo que tuvieron los bosques de frondosas indica que hubo lluvias abundantes en la zona a lo largo de casi todas las estaciones del año, o que al menos existió una fuerte humedad ambiental.

El yacimiento de Beders correlaciona con el del Riu de Santa María (Fig. 116, pág. 602), aunque su composición polínica es diferente, puesto que Beders posee unos porcentajes altos de *Pinus* que no tiene el Riu de Santa María, que por su parte presenta elevada presencia de *Alnus*. Hay que destacar los altos valores de diversidad que tienen estos dos yacimientos razón por la que seguramente se agrupan tras el análisis de correlación.

La gran cantidad de impresiones colectadas indica que la materia orgánica

carbonificada de los restos macroscópicos ha sufrido destrucción, posiblemente debido a la exposición del afloramiento a las inclemencias climáticas o a un problema de tipo fosildiagenético o a la propia naturaleza de las cutículas.

En resumen, durante la formación de este yacimiento se desarrollaron extensas formaciones forestales en la Cerdaña bajo un clima templado o templado cálido y un régimen abundante de precipitaciones. Se distinguen varios tipos de bosques: de ribera y pantano (que, tal vez, no debieron tener un gran desarrollo), de Ulmaceae, encinares de *Quercus drymeja*, robledales de *Quercus hispanica*, hayedos y bosques de coníferas.

7.2.6. TORRENTE DE LA BAVOSA

En esta localidad se recogió una muestra de arcillas para su análisis palinológico que dio resultado positivo. Asimismo, se recogieron escasos restos foliares.

- Microflora:

Se han contabilizado 6.643 granos de los cuales se ha llegado a determinar el 96,101% del total, es decir, 6.384 palinomorfos. El resto se agrupan en indeterminados inaperturados (0,316%), otros indeterminados (0,163%) e indeterminables (3,147%). La riqueza polínica de este nivel es de 8.920.576,981 gramos/grano de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuye en 56 taxones (Tab. 9): 2 de criptógamas, 10 de gimnospermas y 44 de angiospermas (28 arbóreos y 16 herbáceos). Hay que resaltar que un 53,57% de estos posee anemofilia, frente a un 42,86% con entomofilia. El resto (3,57%) corresponde a las esporas, las cuales tienen una dispersión fundamentalmente hidrófila. La mayor representación en número de granos se debe a taxones anemófilos.

Los valores de diversidad según los diferentes índices son los siguientes:

-Simpson = 0,635

-Shannon y Wiener = 0,761

La equitabilidad obtenida es 0,430.

Al observar la distribución de los especímenes (Fig. 102) en los grupos vegetales más importantes se aprecia un porcentaje muy elevado de gimnospermas (81,417%) frente a angiospermas (18,209%), siendo el de criptógamas insignificante (0,374%).

Entre las gimnospermas hay un dominio absoluto de la familia Pinaceae, con un 96,53% del total, destacándose *Pinus*, representado por un 74,70% del total de las

gimnospermas; el género *Abies* aparece en segundo lugar con un 16,39%; en tercero se encuentra *Cathaya* con un porcentaje de 4,56%; el resto de los taxones de esta familia no llegan al 1% del total del grupo. Además, hay que mencionar la familia Cupressaceae, con una representación del 2,67%; y Taxodiaceae y Ephedraceae que poseen porcentajes que no llegan al 1% del total de las gimnospermas, siendo respectivamente de 0,75% y 0,019%.

Las angiospermas, aunque con un número mucho menor, presentan mayor diversidad que las gimnospermas. Las familias con porcentajes más altos son: Fagaceae (38,24%), Betulaceae (17,48%), Poaceae (16,62%), Juglandaceae (5,59%), Amaranthaceae-Chenopodiaceae (4,65%) y Ulmaceae (3,78%) (Fig. 102). El resto de los ejemplares se distribuye de forma escasa en otras familias, no obstante destacaremos Tiliaceae, Salicaceae, Fabaceae, Buxaceae, Asteraceae, y Sparganiaceae-Typhaceae.

Entre las angiospermas, la familia Fagaceae es la mejor representada, siendo *Quercus* el género más abundante (28,34% del total de angiospermas), y estando *Fagus* en segundo lugar (9,90% del total de angiospermas). En el conjunto de las Betulaceae, *Alnus* es el que posee mayor número de ejemplares (11,19% del total de angiospermas) frente al resto de los géneros de esta familia. También se debe reseña *Corylus* ya que tiene en el conjunto de las angiospermas un porcentaje apreciable (5,60%) (Fig.- text. 44).

Si consideramos la totalidad de los palinomorfos contabilizados, se observa una dominancia numérica absoluta de los palinomorfos arbóreos frente a los no arbóreos, tanto si tenemos en cuenta los totales (94,79% de AP frente a 5,20% de NAP), como si eliminamos esporas y Pinaceae (76,96% de AP frente a 23,04% de NAP) (Fig. 102).

Desde un punto de vista paleobiológico y tafonómico, hallamos las siguientes proporciones (Fig. 102):

Démicas autóctonas = 0,67% (acuáticas)

Démicas alóctonas = 17% (ripícolas)

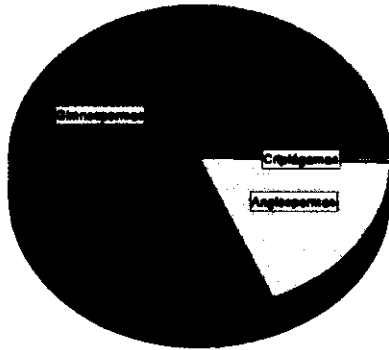
Adémicas alóctonas = 82,33% (terricolas)

En los dos últimos grupos, el porcentaje de elementos arbóreos es muy superior al de herbáceos (démicas alóctonas: AP = 94,74%, NAP = 5,26%; adémicas alóctonas: AP = 73,46%, NAP = 26,54%) (Fig. 102).

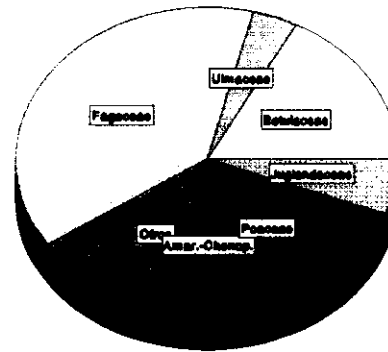
- **Macroflora:** se han colectado escasos restos en este afloramiento, debido fundamentalmente a dos razones: la presencia de gran cantidad de nódulos y la dificultad de

Torrente de la Bavosa

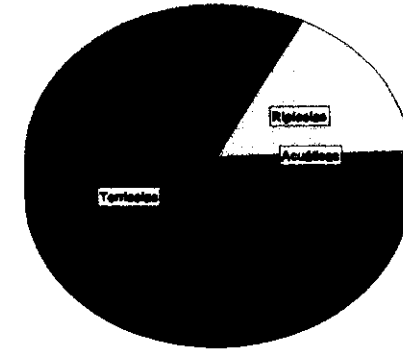
Grupos vegetales



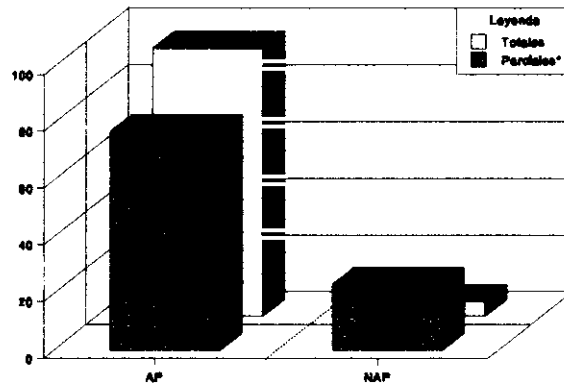
Angiospermas



Hábitat



AP/NAP



Hábitat/Hábito

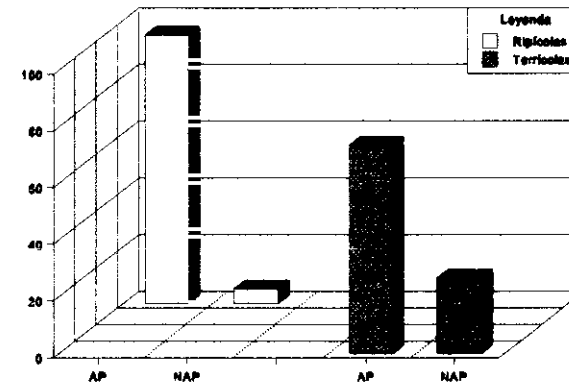


Fig. 102

colecta, ya que los márgenes del torrente de la Bavosa en la zona del yacimiento son escarpados y presentan gran cantidad de vegetación, y este torrente posee un buen caudal de agua durante todo el año.

Entre los escasos ejemplares recogidos hemos determinado *Glyptostrobus europaeus*, *Quercus hispanica* y cf. *Castanea* sp., aparecidos en forma de impresión.

Resultados

En este afloramiento se observa una sobrerrepresentación de granos de polen de Pinaceae, destacándose el porcentaje de *Pinus*, *Abies* y *Cathaya*. Posiblemente estas plantas habitaran la Cerdaña durante la deposición de los materiales de este yacimiento en las zonas montañosas que la rodean. Hay que señalar los tantos por ciento altos de *Quercus*, Poaceae, Cupressaceae, *Alnus* y *Fagus*. El porcentaje del resto de los taxones no llega al 1% del total (Tab. 9).

Los valores de diversidad que se obtienen son medios si utilizamos el índice de Simpson y Shannon debido la sobrerrepresentación de Pinaceae. Los valores de esta familia hacen que la equitabilidad sea baja.

Como ya hemos explicado, tanto si tenemos en consideración el total de granos determinados como si eliminamos de esta suma criptógamas y Pinaceae, el porcentaje de AP es superior al de NAP (Fig. 102), luego la zona durante la formación de los niveles de arcillas del torrente de la Bavosa debió estar poblada por bosques.

Si dividimos los taxones desde un punto de vista paleobiológico y tafonómico sin estimar ni esporas ni Pinaceae observamos que los démicos alóctonos tienen un porcentaje más bajo lo cual pudiera ser debido tanto a un problema de tipo tafonómico, los palinomorfos de este grupo tuvieron menor facilidad para acumularse en los sedimentos de este afloramiento, como paleoecológico, las comunidades ripícolas se encontraron mucho menos desarrolladas que las terrícolas.

Entre las démicas alóctonas hemos de reseñar, además de *Alnus*, la presencia de *Glyptostrobus europaeus* (que posiblemente sería la especie que produjo el polen de tipo *Taxodium*), *Myrica*, *Salix*, *Fraxinus*, Sparganiaceae-Typhaceae, Cyperaceae, Poaceae y las Juglandaceae *Carya* y *Pterocarya*. Se debe destacar el porcentaje de *Salix* que, aunque es muy bajo, es superior al de *Carya* y *Pterocarya*. Es posible que las condiciones ambientales promovieran el desarrollo de este género en detrimento de las juglandáceas citadas. Si

observamos el porcentaje de elementos arbóreos y no arbóreos, entre las démicas alóctonas predomina el componente arbóreo en casi un 95% (Fig. 102).

Si consideramos el conjunto de las plantas adémicas alóctonas, el tanto por ciento de AP es superior al de NAP, siendo de un 73,46%, lo que indica que existieron bosques densos en la zona (Fig.-tex. 45).

Entre las plantas no ligadas a zonas húmedas hay que reseñar la proporción obtenida del género *Quercus*, que parece indicar que en la zona se desarrollaron robledales o encinares, corroborado por la colecta de restos asignables a cf. *Castanea* sp. y *Quercus hispanica*. También parece probable la existencia de hayedos dado el porcentaje de *Fagus*. Posiblemente géneros como *Ilex*, *Cornus*, *Acer*, *Tilia* y leguminosas del tipo *Robinia* se encontraron bien representados como plantas acompañantes de robledales y hayedos. Otro taxón que quizás tuvo una función parecida es *Ulmus-Zelkova*, aunque sus porcentajes no revelan un desarrollo importante de formaciones de ulmáceas, como ocurre en otros yacimientos.

La existencia de citas superiores a un 2% sobre el total de palinomorfos de Cupressaceae indican que esta familia mantuvo poblaciones importantes en la zona. Desgraciadamente, su morfología polínica no nos permite conocer qué especies fueron las que habitaron en la Cerdaña durante el período de sedimentación de los materiales de este afloramiento. Así, podría haberse comportado como una especie acompañante de formaciones forestales, como ocurre actualmente a varias especies del género *Juniperus* que viven en pinares y encinares; o, quizás formaba bosques como los de *Chamaecyparis* o *Platycladus* semejantes a los que hoy en día existen en Norteamérica y el Este de Asia.

Las Poaceae pudieron entrar a formar parte en todas las asociaciones vegetales de la zona aunque su elevado porcentaje pudiera deberse a integrar comunidades de ribera y pantano.

Las plantas acuáticas (démicas autóctonas) debieron encontrarse bien desarrolladas en la zona, como lo indica la presencia de granos de polen de *Potamogeton* y Nymphaeaceae. Como ya hemos mencionado en otras ocasiones, la aparición puntual de los taxones acuáticos es debida a una destrucción de sus palinomorfos durante los procesos de fosilización.

Las comunidades arbustivas de la zona fueron importantes y contaron con la presencia de taxones como: *Corylus*, Ericaceae y *Buxus*. También debieron ser reseñables las comunidades herbáceas, en donde habría que destacar las Amaranthaceae-Chenopodiaceae, con un 4,65% sobre el total de angiospermas, y a Ranunculaceae, Caryophyllaceae, Apiaceae,

Asteraceae, Poaceae y Liliaceae.

La aparición puntual de palinomorfos de algunos taxones como el tipo *Sequoia*, *Liquidambar* y Arecaceae, dado su carácter anemófilo y su alta producción polínica parecen indicar que serían exóticos a la Cerdaña, habiendo sido arrastrados por los vientos desde lugares alejados.

El clima de la zona debió ser templado o templado cálido dado que la mayoría de los taxones determinados son mesotérmico y meso/microtérminos, la presencia de taxones como *Fagus* indican que debía existir un régimen adecuado de precipitaciones, aunque el porcentaje de Amaranthaceae-Chenopodiaceae, unido a la preponderancia de *Pinus*, *Quercus* y Cupressaceae podrían indicar períodos de sequía.

Como ya hemos indicado anteriormente, este yacimiento correlaciona con el del camino de Balltarga a Bor (Fig. 116, pág. 602), posiblemente por su proximidad geográfica y porque pudieron formarse al mismo tiempo o bajo condiciones ecológicas semejantes.

En resumen, durante la deposición de los materiales de este afloramiento se desarrolló en la Cerdaña un clima templado o templado húmedo con un elevado índice de precipitaciones que permitió la instalación de diversas comunidades forestales como son: bosques de coníferas, hayedos, bosques de quercíneas y bosques riparios y de pantano.

7.2.7. RIU DE SANTA MARÍA

En este afloramiento se recogió una muestra de arcillas para realizar un análisis polínico que fue positivo. Del mismo modo, procedimos a la colecta de macrorrestos vegetales.

- Microflora:

Se han contabilizado 5.678 granos de los cuales se han llegado a determinar 4.116, lo que representa un 72,49% sobre el total. El resto de los palinomorfos estudiados se agrupan en indeterminados inaperturados (0,158%), otros indeterminados (0,686%) e indeterminables (26,664%). La riqueza polínica obtenida de: 1.052.222,22 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuyen en 56 taxones (Tab. 10): 2 de criptógamas, 9 de gimnospermas y 45 de angiospermas (28 arbóreas y 17 herbáceas). Debiéndose resaltar que un 53,57% de estos posee anemofilia, frente a un 39,28% con entomofilia. El resto (5,36%) corresponde a esporas, las cuales tienen una dispersión

fundamentalmente hidrófila, y a taxones como *Salix* con varios tipos de polinización.

Los valores de diversidad según los diferentes índices son los siguientes:

-Simpson = 0,844

-Shannon y Wiener = 1,003

La equitabilidad obtenida es 0,571.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes se aprecia una dominancia numérica absoluta de las angiospermas (93,008%) frente a gimnospermas (6,92%), siendo el porcentaje de criptógamas casi insignificante (0,072%) (Fig. 103).

Considerando únicamente las gimnospermas, la familia Pinaceae es la mejor representada (72,63%), seguida por Cupressaceae (20%), Taxodiaceae (7,01%) y Ephedraceae (0,35%). Entre las Pinaceae hay que destacar el género *Pinus* con un 65,61% del total de gimnospermas, *Tsuga* con un 3,51%, y *Cathaya* con un 2,45%. El resto de las pináceas aparecen evidenciadas por un exiguo número de palinomorfos. Entre las taxodiáceas, el tipo *Taxodium* es el que se encuentra en mayor número.

Las angiospermas tienen mayor representación que las gimnospermas, destacándose, por la abundancia de granos de polen contabilizados sobre el total de angiospermas las familias: Betulaceae (47,47%), Fagaceae (25,24%), Poaceae (10,41%), Juglandaceae (6,26%) y Ulmaceae (5,81%) (Fig. 103). Además, aunque con un porcentaje no mayor del 1% del total de angiospermas, se deben destacar las familias Myricaceae, Amaranthaceae-Chenopodiaceae y Asteraceae (Tab. 10).

La familia Betulaceae es la que se encuentra mejor representada en la zona debido a *Alnus*. Sin embargo, es destacable la presencia de *Corylus* (10,12% del total de angiospermas), que debió ser un importante elemento del estrato arbustivo. Los géneros *Betula* y *Carpinus*, aunque con una presencia más escasa, también poseen un número destacable de palinomorfos (Tab. 10).

Tanto los géneros *Fagus* como *Quercus*, que integran la familia Fagaceae, se encuentran muy bien representados en el Riu de Santa María. Sin embargo, hemos contado del primer género unos 100 granos más que del segundo. Es reseñable la aparición de un sólo grano referible al tipo *Ilex-coccifera* del género *Quercus*. Entre las Juglandaceae los géneros más destacados son *Carya* y *Pterocarya* (3,27 y 2,58% respectivamente sobre el conjunto de angiospermas) (Tab. 10).

Si consideramos la totalidad de los palinomorfos encontrados, se observa una dominancia de los palinomorfos de vegetales de hábito arbóreo frente a los no arbóreos (87,448% de AP frente a 12,552% de NAP). Si de esta proporción eliminamos esporas y Pinaceae, obtenemos los siguientes porcentajes: 86,42% de AP frente a 13,58% de NAP (Fig. 103).

Desde un punto de vista paleobiológico y tafonómico, sin estimar ni criptógamas ni Pinaceae, hallamos las siguientes proporciones (Fig. 103):

Démicas autóctonas = 0,35% (acuáticas)

Démicas alóctonas = 42,42% (ripícolas)

Adémicas alóctonas = 57,22% (terricolas)

Tanto entre las démicas alóctonas como entre las adémicas alóctonas, el porcentaje de elementos arbóreos es muy superior al de herbáceos, siendo en las primeras de casi un 100% (démicas alóctonas: AP = 99,38%, NAP = 0,62%; adémicas alóctonas: AP = 72,29%, NAP = 22,71%) (Fig. 103).

- **Macroflora:** se han colectado tan sólo 24 restos foliares en este yacimiento, debido por una parte a la colecta, que es difícil dada la existencia de un cauce continuo de agua y a la abundante vegetación y, por otra a la gran humedad que poseen los sedimentos que provoca que los restos se encuentren en un estado quebradizo y se destruyan con facilidad. Debemos manifestar que, hasta el momento, no se ha hallado ni una sola impresión, siendo todos los restos compresiones. También es frecuente la aparición de especímenes con la cutícula preservada. Los taxones colectados son: *Glyptostrobus europaeus*, Cupressaceae, *Daphnogene eugeniae*, *Fagus gussonii*, *Quercus hispanica*, *Alnus occidentalis*, *Carpinus grandis*, *Zelkova zelkovaefolia*, dicotiledóneas indeterminables, *Typha latissima* y Poaceae.

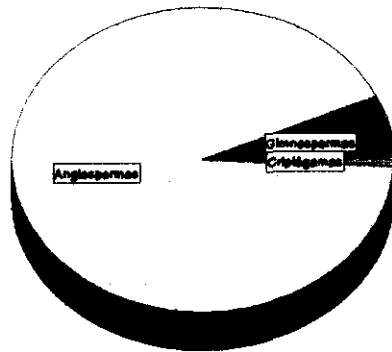
Resultados

El contenido polínico de este afloramiento ha proporcionado una mayor cantidad de palinomorfos de angiospermas que de gimnospermas, obteniéndose el mismo resultado si no se evalúa el porcentaje de *Alnus*, sobrerrepresentado dada la alta productividad polínica, tipo de dispersión y hábitat de este género. Quizás esta sobrerrepresentación de *Alnus* indique una relativa proximidad a una zona de orillas si tenemos en cuenta el efecto Neves.

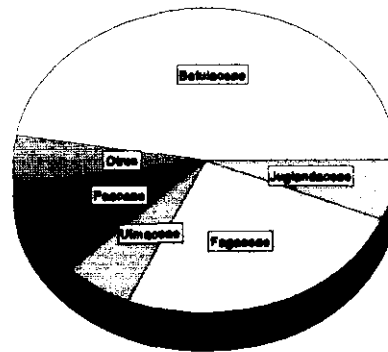
Los valores de diversidad obtenidos en este yacimiento son altos según los índices de

Riu de Santa María

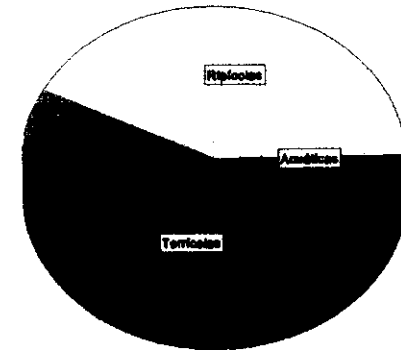
Grupos vegetales



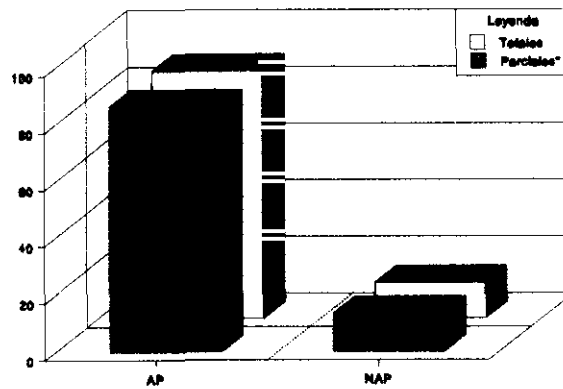
Angiospermas



Hábitat



AP/NAP



Hábitat/Hábito

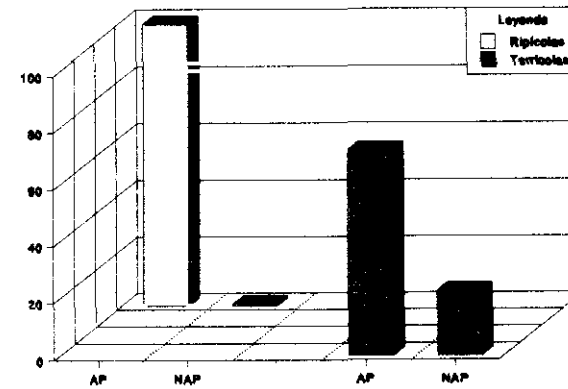


Fig. 103

diversidad utilizados, debido al elevado número de taxones descritos y a que algunos de ellos presentan un número similar de ejemplares. Por su parte, la equitabilidad calculada es media.

Durante la deposición de los sedimentos de este afloramiento la Cerdaña se debió encontrar poblada de bosques, ya que tanto si consideramos el total de granos como si no evaluamos ni criptógamas ni Pinaceae, el tanto por ciento de AP es muy superior al de NAP (Fig 103).

Desde un punto de vista tafonómico y paleobiológico, los taxones adémicos alóctonos son los que poseen un mayor porcentaje, presentando también una mayor proporción de AP que de NAP. Entre estos taxones hay que mencionar en primer lugar al género *Fagus*, con un 12,706% del total de palinomorfos. Esta cifra parece indicar que existieron hayedos en la zona, lo que se ratifica por la colecta de restos de *Fagus gussonii*. Los taxones acompañantes de estas formaciones debieron ser *Tsuga*, *Betula*, *Juglans*, *Tilia*, *Ilex*, *Acer*, etc.

El medio ribereño, en donde se desarrollarían las plantas démicas alóctonas, también se encontró bajo un dominio forestal, como indican los porcentajes altísimos de AP (casi un 100%). Además de *Alnus*, también identificado en esta localidad a partir de restos foliares de *Alnus occidentalis*, hay que mencionar *Glyptostrobus europaeus* (que seguramente produjo polen del tipo *Taxodium*), *Carya*, *Pterocarya*, *Myrica*, *Salix*, *Fraxinus*, *Sambucus*, Droseraceae, Saparganiaceae-Typhaceae (se han colectado restos foliares de *Typha latissima* y palinomorfos de *Typha* tipo *latifolia*) y Poaceae.

Entre las plantas acuáticas merece destacar el género *Potamogeton*, del cual hemos contabilizado 11 granos de polen. Asimismo se han detectado palinomorfos de Nymphaeaceae y *Myriophyllum*. La escasa presencia de granos de polen atribuibles a taxones acuáticos (démicos autóctonos) se debe a un problema tafonómico por su destrucción o a la existencia de una pequeña población.

Si analizamos las comunidades forestales que habitaron en la zona debemos reseñar por una parte los hayedos ya mencionados anteriormente, y por otra las formaciones de quercíneas que también tuvieron un buen desarrollo, aunque fue menor que el de los bosques de *Fagus* por dos razones:

- El porcentaje de granos de polen de *Quercus* es mucho menor que el de *Fagus*.
- El género *Quercus*, como expusieron FAEGRI & IVERSEN (1989), produce mucha más cantidad de polen que *Fagus*.

La presencia de robledales y/o encinares está corroborada por la colecta de restos de

Quercus hispanica. En estas comunidades debieron integrarse como acompañantes: *Juglans*, *Platycarya*, *Carpinus* (se ha colectado un involucre de *C. grandis*), *Corylus*, *Acer*, y posiblemente Cupressaceae y Lauraceae, familias detectadas únicamente a partir de sus macrorrestos.

Las formaciones de ulmáceas tuvieron una importante extensión en la Cerdaña, como lo atestiguan los altos niveles de *Ulmus-Zelkova*. Indicamos la colecta de restos de la especie *Zelkova zelkovaefolia*, que debió formar bosquetes en la zona.

El estrato arbustivo integró comunidades en donde posiblemente predominara el género *Corylus*, como atestiguan sus elevados porcentajes. Con seguridad estas grandes cantidades de *Corylus* están relacionadas con las de *Quercus*, como parece ocurrir en otros yacimientos de la Cerdaña (torrente de Vilella, San Salvador, entre otros), aunque en este caso no podemos asegurarlo. Otros elementos arbustivos fueron: Ericaceae, *Ilex* y *Buxus*.

Las comunidades herbáceas debieron ser ricas en especies y estaban integradas por: Ranunculaceae, Amaranthaceae-Chenopodiaceae, Caryophyllaceae, Apiaceae, *Phlomis*, Lamiaceae, Asteraceae, Poaceae y Liliaceae.

Las Poaceae presentan un elevado porcentaje polínico ya que son grandes productoras de polen anemófilo. Además, debieron poseer representación en todos los ecosistemas de la zona por lo que es comprensible su alta proporción en el yacimiento. Se han encontrado restos foliares asignables a esta familia, aunque no se han podido asignar a ningún género en particular.

La aparición puntual de taxones con gran productividad polínica y anemofilia, en este afloramiento quizás indique que no habitaron en la zona, siendo destacables: *Abies*, *Cedrus*, *Ephedra*, *Liquidambar*, *Celtis* y Arecaceae.

Aunque han sido determinados granos de polen de familias como Sapotaceae (megatérminos o mega/mesotérminos), la mayor parte de los palinomorfos obtenidos corresponden a taxones mesotérminos y meso/microtérminos lo cual parece indicar que el clima fue templado. Hemos de destacar que los porcentajes apreciables de *Betula*, taxón indicador de climas fríos, quizás señalan que durante el depósito de los materiales de este yacimiento las temperaturas fueron algo más frescas. El predominio de especies frondosas indicaría un elevado índice de precipitaciones. Es posible que por esta abundancia de lluvias las coníferas estuvieran en desventaja frente a las angiospermas y tal vez los palinomorfos de *Pinus*, que es el género mejor representado entre las gimnospermas, no provengan de la

misma cuenca de la Cerdaña como en el caso ya comentado para *Celtis*, *Liquidambar*, *Ephedra*, etc...

El análisis de correlación agrupa este yacimiento con el de Beders (Fig. 116, pág. 602), seguramente a causa de su diversidad ya que existen diferencias apreciables entre el contenido palinológico de uno y otro afloramiento, puesto que el primero presenta una muy elevada representación de pináceas y un menor porcentaje de *Alnus*, lo cual no ocurre en el que nos ocupa.

Como conclusión, la deposición de los sedimentos del yacimiento del Riu de Santa María ocurrió mientras en la Cerdaña se desarrolló un clima templado con un alto índice de precipitaciones, pudiéndose distinguir las siguientes comunidades vegetales: hayedos, formaciones de quercíneas, formaciones de Ulmaceae y bosques de ribera y pantano. Posiblemente, en la zona durante este tiempo no existieron bosques de coníferas.

7.2.8. TORRENTE DE VILELLA

En este afloramiento se han recogido muestras para realizar análisis polínicos y una buena cantidad de restos vegetales macroscópicos.

- Microflora:

Se tomaron siete muestras sucesivas, de base a techo, recogiendo alternativamente arcillas amarillentas y naranjas. Todas ellas han proporcionado un número suficientemente representativo de granos de polen.

Muestra TV1: tomada en la base. Desde un punto de vista litológico se trata de 40 cm de arcillas grises donde se han contabilizado 3.221 granos de los cuales se han llegado a determinar 2.892, lo que representa un 90,14% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran indeterminados, se agrupan en indeterminados (1,08%) e indeterminables (8,78%). La riqueza polínica de este nivel es de 484.487,9518 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuyen en 49 taxones: 2 de criptógamas, 9 de gimnospermas y 38 de angiospermas (24 arbóreas y 14 herbáceas). Hay que resaltar que un 48,86% de estos posee anemofilia, frente a un 42,86% con entomofilia. El resto (8,16%) corresponde a las esporas, las cuales tienen una dispersión fundamentalmente hidrófila, y a

taxones como *Salix* tanto anemófilos como entomófilos.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes, se aprecia una dominancia numérica de las gimnospermas (73,13%) con respecto a las angiospermas (26,73%). La aparición de criptógamas es casi anecdótica (0,14%).

Entre las criptógamas hemos de indicar la presencia de *Laevigatosporites* y el tipo *Polypodium*. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas": *Picea*, *Ephedra*, *Juglans*, *Tilia*, *Rhamnus*, *Ilex*, *Acer*, *Viburnum*, Ericaceae, Sapotaceae y Oleaceae; y como "otras no arbóreas": Nymphaeaceae, Caryophyllaceae, Apiaceae y Lamiaceae.

Entre las taxodiáceas el taxón mejor representado es el tipo *Taxodium*, aunque el tipo *Sequoia* se ha encontrado de una forma estimable.

Si consideramos la totalidad de los palinomorfos hallados, los taxones arbóreos dominan en más de un 85%, dada la alta representación de gimnospermas. Si no se tuvieran en cuenta las esporas, este porcentaje asciende hasta más de 95% de elementos arbóreos. Si finalmente, eliminamos también las Pinaceae obtenemos el siguiente resultado: 87,38% de AP frente a 12,62% de NAP.

Muestra TV2: recogida unos 20 cm por encima de la muestra anterior. Se trata de 5 cm de arcillas anaranjadas donde se han contabilizado 4.793 granos de los cuales se han llegado a determinar 4.369, lo que representa un 91,16% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran como indeterminados se agrupan en indeterminados (0,98%) e indeterminables (7,86%). La riqueza polínica de este nivel es de 990.476,1905 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuyen en 51 taxones: 2 de criptógamas, 8 de gimnospermas y 43 de angiospermas (27 arbóreas y 16 herbáceas). Hay que resaltar que un 52,94% de estos posee anemofilia, frente a un 43,14% con entomofilia. El resto (3,92%) corresponde a las esporas, las cuales presentan una dispersión fundamentalmente hidrófila.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes, se aprecia una dominancia numérica de las gimnospermas (77,2%) con respecto a las angiospermas (22,57%). La aparición de criptógamas es casi anecdótica (0,23%).

Entre las criptógamas hemos de indicar la presencia de *Laevigatosporites* y del tipo *Polypodium*. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas" : *Picea*, *Juglans*, *Platycarya*, *Tilia*, *Ilex*, *Rhamnus*, *Acer*, *Ligustrum*, *Lonicera* y Ericaceae; y como "otras no

arbóreas" : Ranunculaceae, *Helianthemum*, Caryophyllaceae, Viscaceae, Apiaceae, Lamiaceae y Cyperaceae.

Entre las taxodiáceas hemos detectado fundamentalmente la presencia del tipo *Taxodium*, y de una forma puntual la del tipo *Sequoia*.

Si consideramos la totalidad de los palinomorfos hallados, los taxones arbóreos dominan en más de un 85%, dada la alta representación de gimnospermas. Si no se tuvieran en cuenta las esporas, este porcentaje se eleva hasta un 90% de elementos arbóreos. Si se eliminan las Pinaceae, continúan predominando los taxones arbóreos, aunque su tanto por ciento descende un poco (86,95% de AP frente a 13,05% de NAP).

Muestra TV3: recogida unos 35 cm por encima de la muestra anterior. Desde un punto de vista litológico se trata de 60 cm de arcillas grises, donde se han contabilizado 5.064 granos de los cuales se han llegado a determinar 4.599, lo que representa un 90,821% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran como indeterminados, se agrupan en indeterminados inaperturados (0,019%), otros indeterminados (0,53%) e indeterminables (8,63%). La riqueza polínica de este nivel es de 762.198,7918 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuyen en 56 taxones: 3 de criptógamas, 10 de gimnospermas y 43 de angiospermas (28 arbóreas y 15 herbáceas). Hay que resaltar que un 42,86% de estos posee anemofilia, frente a un 50% con entomofilia. El resto (7,14%) corresponde a las esporas, las cuales tienen una dispersión fundamentalmente hidrófila, y a taxones como *Salix* anemófilos y entomófilos.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes, se aprecia una dominancia numérica de las gimnospermas (76,3%) con respecto a las angiospermas (23,48%). La aparición de criptógamas es casi anecdótica (0,22%).

Entre las criptógamas hemos de indicar la presencia *Laevigatosporites*, esporas de Osmundaceae y monoletas indeterminadas. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas" : *Picea*, *Ephedra*, *Engelhardia*, *Juglans*, *Platycarya*, *Tilia*, *Cornus*, *Ilex*, *Rhamnus*, *Acer*, *Olea*, Berberidaceae, Ericaceae, Sapotaceae y Oleaceae; y como "otras no arbóreas" : *Geranium*, Caryophyllaceae, Cistaceae, Viscaceae, Apiaceae y Cyperaceae.

Entre las taxodiáceas hemos detectado la presencia del tipo *Taxodium*, y de una forma puntual la del tipo *Sequoia* y el género *Sciadopitys*.

Si consideramos la totalidad de los palinomorfos hallados, los taxones arbóreos dominan en más de un 85%, dada la alta representación de gimnospermas. Si no se tuvieran en cuenta las esporas, este porcentaje de elementos arbóreos asciende hasta más de un 95%. Finalmente, si se eliminan las Pinaceae, este porcentaje desciende un poco (91,56% de AP frente a 8,44% de NAP).

Muestra TV4: recogida unos 40 cm por encima de la muestra anterior. Se trata de 3,5 cm de arcillas anaranjadas donde se han contabilizado 2.011 granos de los cuales se han llegado a determinar 1.734, lo que representa un 86,23% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran como indeterminados se agrupan en indeterminados inaperturados (0,05%), otros indeterminados (0,64%) e indeterminables (13,08%). La riqueza polínica de este nivel es de 302.259,03 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuyen en 45 taxones: 1 de criptógamas, 8 de gimnospermas y 36 de angiospermas (25 arbóreas y 11 herbáceas). Hay que resaltar que un 55,55% de estos posee anemofilia, frente a un 35,55% con entomofilia. El resto (8,9%) corresponde a las esporas, las cuales tienen una dispersión fundamentalmente hidrófila, y a taxones como *Parrotia*, tanto anemófilos como entomófilos.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes, se aprecia una dominancia numérica de las gimnospermas (72,26%) con respecto a las angiospermas (27,28%). La aparición de criptógamas es casi anecdótica (0,46%).

Entre las criptógamas hemos de indicar la presencia de *Laevigatosporites*. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas" : *Liquidambar*, *Parrotia*, *Platanus*, *Ilex*, *Rhamnus*, Ericaceae y Oleaceae; y como "otras no arbóreas" : Ranunculaceae, Cistaceae indet., Apiaceae y Lamiaceae.

Entre las taxodiáceas hemos detectado la presencia del tipo *Taxodium*, y de una forma puntual la del tipo *Sequoia* y el género *Sciadopitys*.

Si consideramos la totalidad de los palinomorfos hallados, los taxones arbóreos dominan en más de un 80%, dada la alta representación de gimnospermas. Si no se tuvieran en cuenta las esporas, este porcentaje de elementos arbóreos asciende a casi un 90%. Finalmente, si se eliminan las Pinaceae, el porcentaje desciende aunque continúan predominando los taxones arbóreos (86,37% de AP frente a 13,63% de NAP).

Nivel TV5: tomada unos 25 cm por encima de la muestra anterior. Desde un punto de vista litológico se trata de 50 cm de arcillas grises donde se han contabilizado 1.683 granos de los cuales se han llegado a determinar 1.288, lo que representa un 76,53% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran como indeterminados, se agrupan en indeterminados inaperturados (0,30%), otros indeterminados (1,13%) e indeterminables (22,04%). La riqueza polínica de este nivel es de 302.355,07 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuyen en 41 taxones: 1 de criptógamas, 4 de gimnospermas y 36 de angiospermas (22 arbóreas y 14 herbáceas). Hay que resaltar que un 53,66% de estos poseen anemofilia, frente a un 41,46% con entomofilia. El resto (4,88%) corresponde a las esporas, las cuales tienen una dispersión fundamentalmente hidrófila, y a taxones como *Salix*, anemófilos y entomófilos.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes, se aprecia una dominancia numérica de las angiospermas (70,82%) con respecto a las gimnospermas (29,03%). La aparición de criptógamas es casi anecdótica (0,15%).

Entre las criptógamas hemos de indicar la presencia de *Laevigatosporites*. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas" : *Liquidambar*, *Juglans*, *Tilia*, *Ilex*, *Sambucus*, Ericaceae y Oleaceae; y como "otras no arbóreas" : Ranunculaceae, Nymphaeaceae, Caryophyllaceae, Cistaceae, Apiaceae y Lamiaceae.

Aunque entre las taxodiáceas el porcentaje del tipo *Taxodium* es el más elevado, el tipo *Sequoia* también presenta niveles estimables.

Si consideramos la totalidad de los palinomorfos hallados, los taxones arbóreos dominan en más de un 80%. Si no se tuvieran en cuenta las esporas, este porcentaje permanece constante. Si, finalmente, se eliminan los tantos por ciento de Pinaceae, la proporción resultante continúa casi inalterada: 85,26% de AP frente a 14,74% de NAP.

Muestra TV6: tomada unos 27 cm por encima de la muestra anterior. Se trata de 5 cm de arcillas anaranjadas donde se han contabilizado 2.976 granos de los cuales se han llegado a determinar 2.775, lo que representa un 93,23% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran como indeterminados se agrupan en indeterminados inaperturados (0,37%), otros indeterminados (0,17%) e indeterminables (6,21%). La riqueza polínica de este nivel es de 549.080,8824 granos/gramo

de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuyen en 47 taxones: 2 de criptógamas, 9 de gimnospermas y 36 de angiospermas (21 arbóreas y 15 herbáceas). Hay que resaltar que un 55,32% de estos posee anemofilia, frente a un 40,42% con entomofilia. El resto (4,26%) corresponde a las esporas, las cuales tienen una dispersión fundamentalmente hidrófila.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes, se aprecia una dominancia numérica de las gimnospermas (79,96%) con respecto a las angiospermas (19,86%). La aparición de criptógamas es casi anecdótica (0,18%).

Entre las criptógamas hemos de indicar la presencia de *Laevigatosporites* y esporas de Osmundaceae. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas" : *Picea*, *Juglans*, *Tilia*, *Ilex*, *Rhamnus*, *Olea*, cf. Cycadaceae, Berberidaceae y Ericaceae; y como "otras no arbóreas" : Ranunculaceae, *Helianthemum*, *Scabiosa*, Caryophyllaceae, Apiaceae, Lamiaceae, y Cyperaceae.

Entre las taxodiáceas hemos detectado la presencia del tipo *Taxodium*, y de una forma puntual la del tipo *Sequoia*.

Si consideramos la totalidad de los palinomorfos hallados, los taxones arbóreos dominan en más de un 85%. Si no se valoraran los porcentajes de esporas, esta proporción permanecería constante. Se obtendrá el mismo resultado si se eliminan Pinaceae: 88,63% de AP frente a 11,37% de NAP.

Muestra TV7: recogida unos 8 cm por encima de la muestra anterior. Desde un punto de vista litológico se trata de 15 cm de arcillas grises donde se han contabilizado 3.830 granos, de los cuales se han llegado a determinar 3.502, lo que representa un 91,47% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran como indeterminados, se agrupan en indeterminados inaperturados (1,17%), otros indeterminados (0,42%) e indeterminables (6,94%). La riqueza polínica de este nivel es de 574.818,8398 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuyen en 51 taxones: 3 de criptógamas, 9 de gimnospermas y 39 de angiospermas (28 arbóreas y 11 herbáceas). Hay que resaltar que un 52,94% de estos poseen anemofilia, frente a un 41,17% con entomofilia. El resto (5,89%) corresponde a las esporas, las cuales tienen una dispersión fundamentalmente hidrófila, y a taxones como *Salix*, anemófilos y entomófilos.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes, se aprecia una dominancia numérica de las gimnospermas (65,73%) con respecto a las angiospermas (34,09%). La aparición de criptógamas es casi anecdótica (0,17%).

Entre las criptógamas hemos de indicar la presencia de *Laevigatosporites*, *Polypodysporites favus* y esporas de Osmundaceae. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas" : *Picea*, *Liquidambar*, *Platanus*, *Tilia*, *Acacia*, *Cornus*, *Ilex*, *Rhamnus*, *Parthenocissus*, *Acer*, *Olea*, cf. Cycadaceae, Berberidaceae, Ericaceae y Oleaceae; y como "otras no arbóreas" : *Helianthemum*, Caryophyllaceae, Apiaceae y Lamiaceae.

Entre las taxodiáceas hemos detectado la presencia del tipo *Taxodium*, y de una forma puntual la del tipo *Sequoia*.

Si consideramos la totalidad de los palinomorfos hallados, los taxones arbóreos dominan en más de un 90%. Si no se tienen en cuenta las esporas, este porcentaje permanece más o menos constante. Si, finalmente, se eliminan las Pinaceae, la proporción resultante de arbóreos disminuye un poco aunque siguen presentando una dominancia numérica clara: 82,45% de AP frente a 17,55% de NAP.

- Macroflora:

Se han estudiado 227 ejemplares, de los cuales el 84,14% del total (191 ejemplares) corresponden a restos foliares. La diferencia (15,86%) corresponde fundamentalmente a frutos, involucros, conos de gimnospermas y amentos. Es baja la proporción de frutos y semillas aladas: 6,61%.

La mayoría de los ejemplares estudiados se encuentran en forma de compresión (61,67%), apareciendo impresiones (37,44%) en un porcentaje muy inferior. De forma excepcional se han colectado especímenes con la cutícula preservada (0,89%) (Fig. 104). En general el estado de conservación de los ejemplares es bueno.

El conjunto de los ejemplares se ha podido atribuir en su totalidad a grandes grupos, siendo el mejor representado el de las angiospermas dicotiledóneas (23 taxones), seguido por gimnospermas (8 taxones) y angiospermas monocotiledóneas (2 taxones) (Tab. 11).

Los valores de diversidad según los diferentes índices son los siguientes:

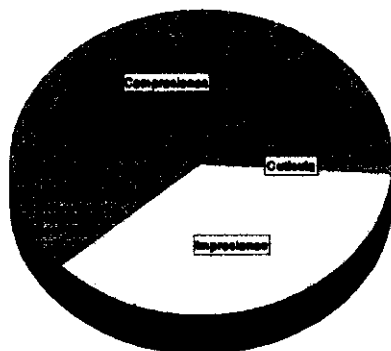
-Simpson = 0,917

-Shannon = 1,234

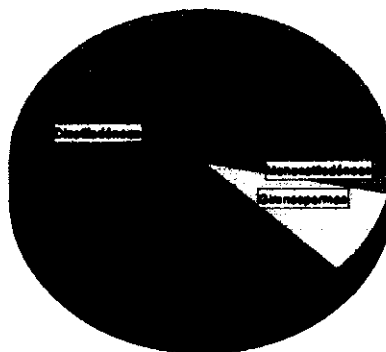
La equitabilidad obtenida es 0,820.

Torrente de Vilella

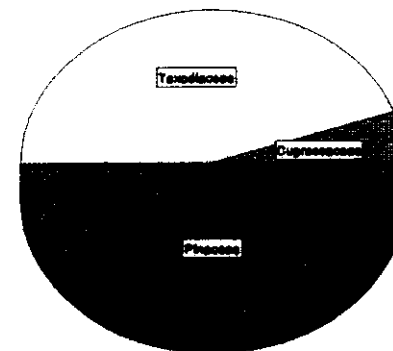
Tipos de Preservación



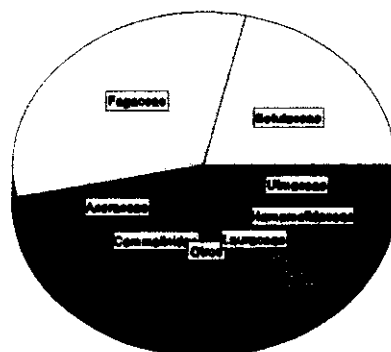
Grupos Vegetales



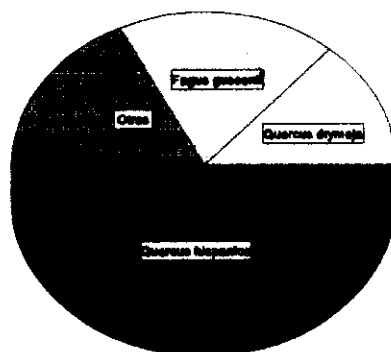
Gimnospermas



Angiospermas



Fagaceae



Hábitat

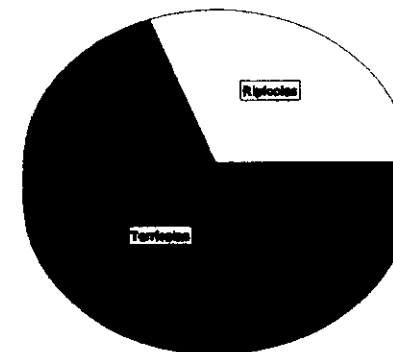


Fig. 104

Teniendo en cuenta el número de restos hallados se han calculado los siguientes porcentajes:

Gimnospermas = 9,25%

Angiospermas dicotiledóneas = 86,78%

Angiospermas monocotiledóneas = 3,08%

Entre las gimnospermas destacan las Pinaceae con un 42,85% del total del grupo, en segundo lugar las Taxodiaceae con un 38,09%, y finalmente las Cupressaceae con un 4,76% (Fig. 104).

Las angiospermas dicotiledóneas presentan mayor diversidad y número de ejemplares que las gimnospermas, mereciéndose reseñar los porcentajes, sobre el total de angiospermas, de las familias: Fagaceae (31,86%), Betulaceae (21,57%), Aceraceae (11,76%), Ulmaceae (8,33%), Hamamelidaceae (6,37%) y Lauraceae (2,45%). También se debe tener en cuenta el porcentaje de los representantes de la subclase Commelinidae, que poseen un 3,43% sobre el total de angiospermas (Fig. 104).

La familia Fagaceae es la que tiene mayor presencia, destacando *Quercus hispanica* como la especie más abundante (52,31% sobre el total de Fagaceae). En segundo lugar hemos de mencionar *Fagus gussonii* y *Quercus drymeja* con porcentajes sobre el conjunto de la familia de 18,46% y 13,84%, respectivamente (Fig. 104).

Entre las angiospermas dicotiledóneas se han hallado 11 restos foliares absolutamente indeterminables (Tab. 11).

Si se considera la totalidad de los restos se observa un dominio numérico absoluto de los taxones arbóreos frente a los no arbóreos, tanto si se evalúan los totales (96,72% arbóreos frente a 3,28% no arbóreos), como si se tienen en cuenta únicamente las angiospermas (96,36% arbóreos frente a 3,64% no arbóreos).

Estimando el conjunto de las angiospermas, desde un punto de vista paleobiológico y tafonómico, hallamos los siguientes porcentajes (Fig. 104):

Démicas autóctonas = 00,00% (acuáticas)

Démicas alóctonas = 30,73% (ripícolas)

Adémicas alóctonas = 69,27% (terricolas)

Las segundas poseen un número de taxones arbóreos muy superior al de herbáceos (88,14% arbóreos frente a 11,86% de no arbóreos). En el caso de las adémicas alóctonas el porcentaje de elementos arbóreos es de un 100%.

Resultados

Se han contado 23.578 granos de polen, entre los cuales se han determinado un grupo de taxones que aparecen de forma puntual. Se han incluido en el diagrama polínico (Fig. 105) como "otros arbóreos" y "otros no arbóreos", siendo su relación:

- "otros AP": cf. *Cycadaceae*, *Picea*, *Ephedra*, *Berberidaceae*, *Liquidambar*, *Parrotia*, *Platanus*, *Engelhardia*, *Juglans*, *Platycarya*, *Tilia*, *Ericaceae*, *Acacia*, *Sapotaceae*, *Cornus*, *Rhamnus*, *Ilex*, *Parthenocissus*, *Acer*, *Ligustrum*, *Olea*, *Oleaceae*, *Lonicera*, *Sambucus* y *Viburnum*.

- "otros NAP": *Nymphaeaceae*, *Ranunculaceae*, *Caryophyllaceae*, *Helianthemum*, *Cistaceae*, *Viscaceae*, *Geranium*, *Apiaceae*, *Lamiaceae*, *Scabiosa* y *Cyperaceae*.

Del mismo modo que en otros yacimientos ya estudiados, existe una falta de correlación entre los datos obtenidos de la palinoflora y de la macroflora.

Tras el estudio de los palinomorfos y los macrorrestos de este yacimiento observamos una sobrerrepresentación de *Pinaceae* en el conjunto de los microrrestos (salvo en la muestra TV5), existiendo, a diferencia de estos, un dominio numérico absoluto de dicotiledóneas arbóreas entre los macrorrestos, debido a un problema de índole tafonómica: los palinomorfos de *Pinaceae* se produjeron en mayor proporción y tenían mayor capacidad de dispersión que los del resto de los taxones determinados. Por otra parte, la gran representación de dicotiledóneas arbóreas entre los macrorrestos indica condiciones de baja energía en las aguas del lago. Esto no quiere decir que en la zona no se desarrollaran comunidades de coníferas, durante la formación de los sedimentos de este afloramiento debieron existir bosques donde *Pinus*, *Abies*, *Tsuga* y *Cupressaceae* (*Juniperus*?) tuvieron una buena representación. La prueba es que se han colectado acículas y escamas tectrices referibles al género *Pinus*, piñones posiblemente atribuibles los géneros *Abies*, *Pinus*, *Cedrus*, etc..., piñas asignables a *Tsuga* y ramas con hojas aciculares que quizás puedan ser referidas a *Juniperus*. Todos estos restos tienen menor capacidad de dispersión por los vientos que las hojas de dicotiledóneas y, además, su transporte acuático en medios de baja energía es menor. Como conclusión, dado su porcentaje polínico, especialmente el del género *Pinus*, las gimnospermas debieron tener una importante presencia en los ecosistemas de la zona, y, quizás, formaran bosques extensos.

Entre el conjunto de las angiospermas, tanto si tenemos en cuenta los datos macroflorísticos como los palinológicos, son las dicotiledóneas arbóreas las que destacan numéricamente sobre las angiospermas no arbóreas. Sin embargo, puede que en un momento,

que como comentaremos posteriormente corresponde con la formación de los sedimentos donde se ha recogido la muestra TV4, las formaciones herbáceas tuvieron cierta relevancia, sin ser dominantes en el paisaje de la zona.

Los valores de diversidad obtenidos a partir de los palinomorfos son casi coincidentes al utilizar los índices de Simpson y Shannon. El de Simpson indica una diversidad medio/alta en todos los niveles menos en el TV5, en donde es alta, esto es debido al descenso del porcentaje de *Pinus* en beneficio de otros taxones arbóreos de tipo frondoso, y a una buena presencia de herbáceos. Por las mismas razones, el de Shannon señala unas diversidades medias en todas las muestras menos en TV5, donde es alta (Fig. 106).

La equitabilidad es media en todos los niveles a causa de los porcentajes altos de *Pinus* y aumenta en el nivel TV5 a causa de la disminución de estos y el aumento de Cupressaceae, *Ulmus-Zelkova*, *Quercus*, *Alnus*, *Corylus*, tipo *Robinia*, Amaranthaceae-Chenopodiaceae, *Phlomis* y Poaceae.

Los valores de diversidad calculados a partir de macrorrestos son altos, lo mismo que los de equitabilidad, aunque pueden ser debidos a la escasez de restos estudiados.

Tanto si evaluamos el total de los palinomorfos estudiados como si no estimamos ni esporas ni Pinaceae, los porcentajes de AP son mucho más altos que los de NAP, luego todos los datos apuntan a que la Cerdaña, durante la acumulación de los sedimentos de este afloramiento, se encontraba poblada por bosques (Fig. 107).

Si agrupamos los taxones estudiados (macro y microrrestos) desde un punto de vista paleobiológico y tafonómico, observamos que salvo en la muestra TV4, los adémicos alóctonos tienen preponderancia sobre los démicos alóctonos. Quizás los bosques ribereños y de pantano no tuvieron un gran desarrollo en la zona. En estos ecosistemas seguramente se integraban: *Glyptostrobus europaeus* (que seguramente produjo polen de tipo *Taxodium*), *Alnus* (posiblemente *Alnus occidentalis*), *Carya* y *Pterocarya* (que produjeron restos foliares determinados en esta memoria como Juglandaceae), *Myrica* (con seguridad *Myrica lignitum*), *Fraxinus* (verosimilmente *Fraxinus numana*), *Salix*, *Populus tremulaefolia*, Sparganiaceae-Typhaceae (se han encontrado restos de *Typha latissima* y del tipo polínico *Typha latifolia*), Cyperaceae y Poaceae.

Entre los démicos alóctonos se observa, a partir de los granos de polen y de los macrorrestos, una dominancia porcentual de casi un 100% de AP frente a NAP, debido fundamentalmente a *Alnus* (Fig. 107).

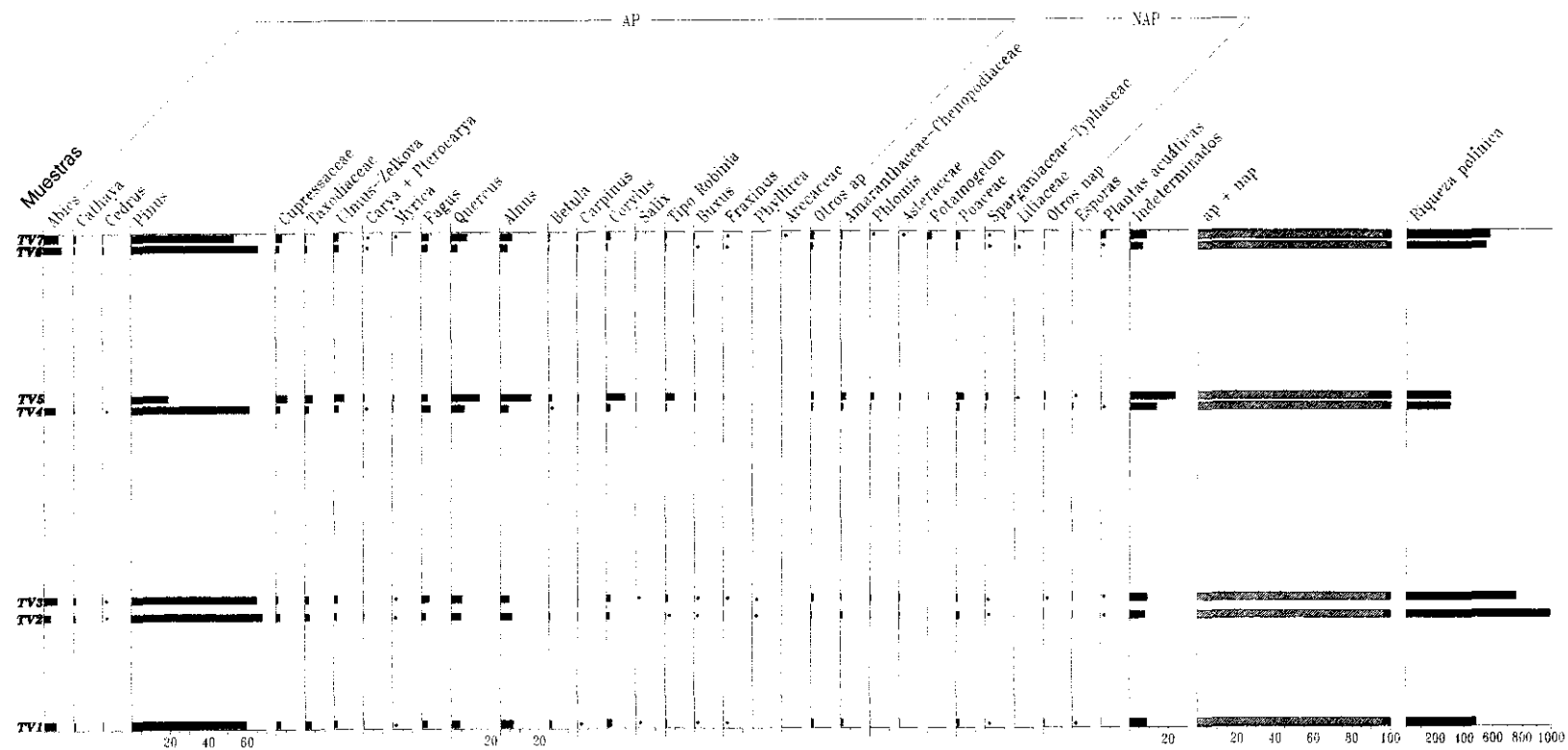


Fig. 105. Diagrama polínico del torrente de Vitella.

Entre los alóctonos terrícolas, también AP tiene porcentajes superiores frente a NAP siendo estos del 80% o más en todas las muestras menos en TV4 en donde el valor de AP disminuye hasta un 66,67%, posiblemente durante su formación las comunidades herbáceas tuvieron cierta importancia en los ecosistemas de la zona (Fig. 107). El que el 100% de los adémicos alóctonos sean arbóreos en el conjunto de los macrorrestos se debe a un problema tafonómico.

Los démicos autóctonos no están representados a partir de macrorrestos, apareciendo porcentajes muy bajos de palinomorfos, entre los que destacan los del género *Potamogeton* que aparecen en todas las muestras estudiadas. La alta representación que tiene este género en la muestra TV7 parece indicar que, las comunidades acuáticas, aunque debieron ser importantes en todos los momentos, tuvieron un buen desarrollo a techo de la formación. También debemos hacer notar la existencia puntual de Nymphaeaceae en TV1 y TV5. La escasa representación de los taxones acuáticos se debe a su fragilidad polínica frente a los procesos de fosilización.

Entre los adémicos alóctonos, a partir de palinomorfos, debemos considerar: *Quercus*, *Fagus*, y *Ulmus-Zelkova*. Seguramente fueron los integrantes de las formaciones forestales que rodeaban al lago de la Cerdaña durante la formación de los sedimentos de este afloramiento. Además, la existencia de robledales, hayedos y bosques de ulmáceas está corroborada por la cantidad de macrorrestos colectados de *Quercus hispanica*, *Fagus gussonii* y *Zelkova zelkovaefolia*.

Si se observa el diagrama polínico (Fig. 105) se puede apreciar que en la base del yacimiento los porcentajes indican la existencia de un bosque en donde predominaban las Pinaceae, *Fagus*, *Quercus*, ulmáceas y elementos ripícolas como *Alnus* y taxodiáceas. Hay que destacar los buenos niveles de *Abies* y *Betula*, elementos microtérminos y meso/microtérminos que indicarían un clima templado fresco. La muestra TV2 indica una vegetación semejante a la hallada en la muestra anterior, destacándose la disminución de *Betula*, *Abies*, *Fagus* y el tipo *Robinia*, lo que podría indicar tanto un descenso de las precipitaciones como un aumento de las temperaturas, lo que podría ratificarse por los niveles de *Phyllirea* que también indican condiciones secas. Es posible que se desarrollaran comunidades arbustivas de tipo mediterráneo donde se integraron además de *Phyllirea*, Ericaceae, *Rhamnus*, *Ligustrum*, Cistaceae y Lamiaceae. El género *Fraxinus* con niveles apreciables en TV2 debió formar parte de comunidades ribereñas.

Torrente de Vilella

Tipo Índice	Nivel	TV1	TV2	TV3	TV4	TV5	TV6	TV7
Simpson		0,671	0,594	0,632	0,694	0,888	0,605	0,747
Shannon		0,825	0,74	0,768	0,841	1,134	0,745	0,95
Equitabilidad		0,488	0,429	0,436	0,5	0,69	0,441	0,548

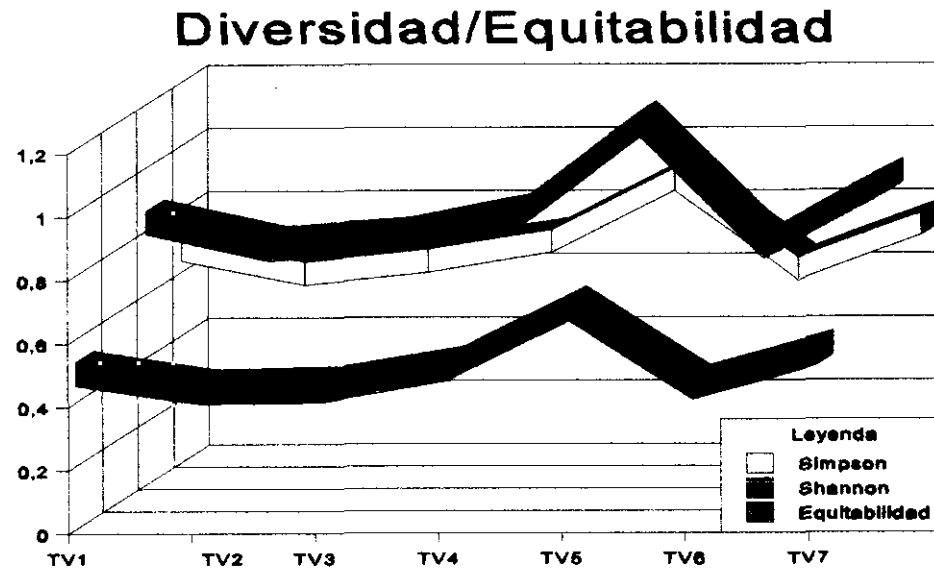


Fig. 106

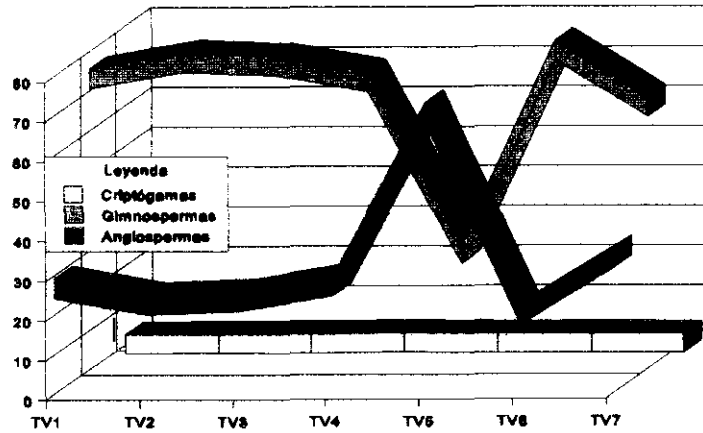
La muestra TV3 indica otra vez un aumento del porcentaje de *Abies*, *Fagus* y del tipo *Robinia*, éste viene acompañado con una disminución de *Amaranthaceae-Chenopodiaceae* lo que podría indicar un aumento de las precipitaciones. Los porcentajes de *Betula* son muy bajos, lo que indicaría condiciones ambientales más cálidas. Esto se ratifica por los pequeños porcentajes de *Arecaceae*. Por otra parte, quizás la especie de *Abies* que habitó durante el período de deposición de los sedimentos de esta muestra no se vio afectada por la temperatura, sino por las precipitaciones. La muestra TV4 es semejante a la anterior, aunque en ella se observa un aumento de los taxones herbáceos, entre ellos *Amaranthaceae-Chenopodiaceae*, *Phlomis* y *Asteraceae*. Es posible que las comunidades herbáceas empezaran a tomar protagonismo en algunas zonas de la cuenca. Tampoco podemos descartar un descenso de las precipitaciones, que no sería muy acusado ya que se mantienen los porcentajes de *Abies*, *Fagus*, *Quercus*, *Ulmus-Zelkova*, etc.

Durante la deposición de los materiales de la muestra TV5 hubo cambios notables en la vegetación. Por un lado se produjo un enfriamiento climático como indican los niveles de *Betula* que aumentan considerablemente respecto a TV4; por otro disminuyen los niveles de *Pinus*, ligeramente los de *Fagus*, desaparecen por completo los de *Abies*; por su parte hay un incremento de taxones ripícolas, destacándose *Alnus*, *Taxodiaceae* y *Sparganiaceae-Typhaceae*, y un aumento también notable de los tantos por ciento de *Quercus*, *Corylus*, *Carpinus*, *Ulmus-Zelkova*, *Buxus* y del tipo *Robinia*; además hay un elevado desarrollo de las comunidades herbáceas entre cuyos taxones destacan *Amaranthaceae-Chenopodiaceae*, *Phlomis*, *Asteraceae*, *Poaceae* y *Liliaceae*. Todo esto podría explicarse si en la zona, además del descenso climático, se produjese un aumento de las precipitaciones, que tuviera como consecuencia el desarrollo de extensos bosques de frondosas que hicieran retroceder a las coníferas. Durante este período aumentaron las zonas acuáticas como indica el incremento de los taxones ripícolas. Quizás el descenso de *Fagus* fuera debido a una migración altitudinal de los representantes de este género que dejaron libre un nicho ecológico cercano al lago que pudo ser ocupado por quercíneas.

Las muestra TV6 y TV7 indican de nuevo un incremento de las temperaturas acompañado por un descenso de las precipitaciones. Los bosques de coníferas vuelven a encontrarse bien representados, disminuyendo los porcentajes de frondosas. Este aumento de las temperaturas viene acompañado por la aparición de ligeros niveles de *Arecaceae*, aumento de *Cathaya* y aparición puntual de taxones como *Acacia* y cf. *Cycadaceae*. Durante la

Torrente de Vilella

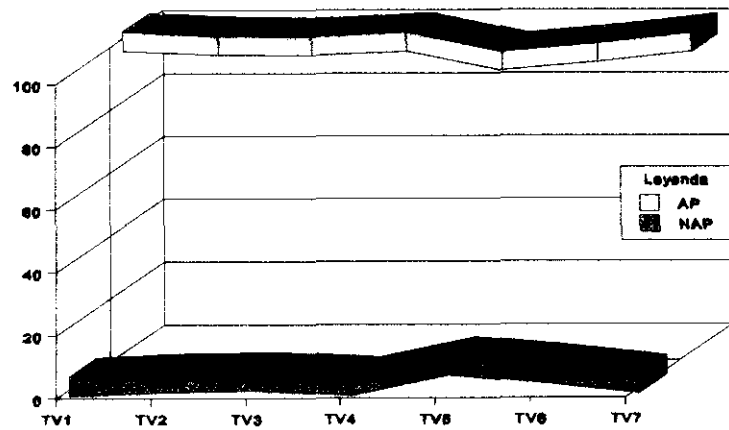
Grupos vegetales/porcentajes



Hábitats/porcentajes



Hábito/Ripícolas



Hábito/Terrícolas

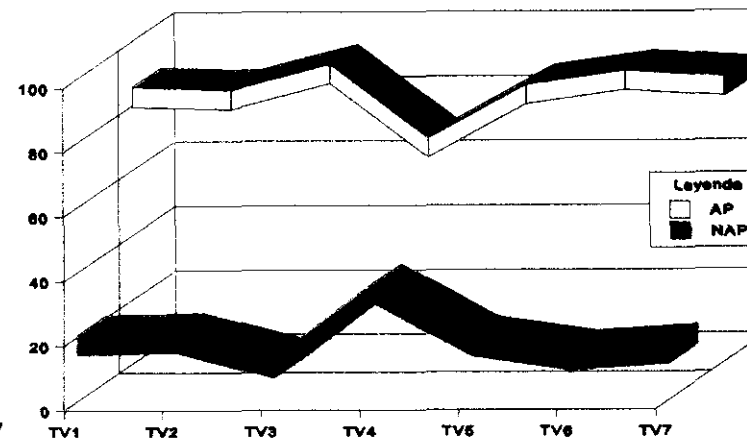


Fig. 107

deposición de los materiales de TV7 es posible que se produjera una somerización del lago como parecen indicar los altos porcentajes de *Potamogeton*.

Parece ser que un aumento en los porcentajes de *Quercus* produce también una elevación en los de *Corylus*, luego es posible que estos dos taxones estuvieran afectados por las mismos factores ambientales, posiblemente los tipos *Robinia* y Cupressaceae también se encontrarían sujetos a estos. Quizás las plantas productoras de estos pólenes se desarrollaran en las formaciones de quercíneas. Leguminosas del tipo *Robinia* formaron bosquetes o matorrales de cierta importancia ya que esta planta se encuentra con porcentajes reseñables, siendo entomófila.

Posiblemente, la quercínea más abundante fue *Quercus hispanica*, pues *Quercus drymeja* y *Quercus mediterranea* se han colectado en una cantidad muy inferior. También es posible que esta escasa colecta sea debida a problemas tafonómicos y que las formaciones de *Quercus hispanica* crecieran en zonas cercanas a las orillas del lago, como *Alnus occidentalis*. Entre los árboles acompañantes de los robledales además de *Corylus*, tipo *Robinia* y Cupressaceae, debieron encontrarse: *Juglans*, *Acer pyrenaicum*, *Acer integerrimum*, *Carpinus*, *Ostrya*, *Ilex*, cf. *Castanea* sp., etc.

Corylus fue abundante en toda la zona, y formó parte fundamentalmente de bosques de *Quercus*, aunque quizás también se encontrara en hayedos y bosques de ulmáceas. Los avellanos debieron constituir comunidades arbustivas junto con Berberidaceae, Ericaceae, *Buxus*, Cistaceae, *Ligustrum*, *Phyllirea*, *Ilex*, *Viburnum* y quizás algunas especies de Cupressaceae, Fabaceae y Lamiaceae.

Las Cupressaceae están representadas a partir de macrorrestos por *Juniperus* sp., el cual como ya hemos indicado, pudo integrar comunidades arbustivas o formar parte de las masas forestales como especie acompañante de robledales, hayedos y pinares. Es posible que en la Cerdaña, durante la formación de los niveles de este yacimiento, existieran otros géneros de Cupressaceae, aunque no podemos llegar a saber cuáles eran ya que esta familia es estenopalina. Posiblemente, como indican los porcentajes de la muestra TV5, los bosques de taxodiáceas del tipo *Sequoia* tuvieron un buen desarrollo. Considerando los macrorrestos, *Glyptostrobus europaeus* es la única taxodiáceae representada, seguramente debido a que vivió en zonas pantanosas.

La presencia de hayedos está confirmada no sólo por los porcentajes polínicos sino por la colecta de restos de *Fagus gussonii* y, más escasamente, de *Fagus pristina*.

Posiblemente, estos bosques tuvieran como acompañantes a *Betula insignis*, *Juglans*, *Tilia*, *Acer*, *Cornus*, etc... Quizás las hayas integraran bosques mixtos junto con coníferas como *Abies* y *Tsuga*.

Los bosquetes de ulmáceas debieron estar dominados por *Zelkova zelkovaefolia*, y esta especie debió asociarse a Hamamelidaceae (*Parrotia*?), grupo del que se ha colectado un buen número de macrorrestos, como ocurre en la actualidad en regiones al sur del mar Caspio.

Debemos destacar el hallazgo de gran cantidad de restos foliares y sámaras asignables al género *Acer*. Posiblemente, estos árboles acompañaron a robledales, hayedos y otras formaciones. No obstante, la alta proporción de *Acer pyrenaicum* quizás indique la existencia de bosques de esta especie en la zona.

Tanto entre los macrorrestos como entre los microrrestos aparece un conjunto de taxones entomófilos de carácter subtropical o mediterráneo, que se encuentran de forma puntual. Debemos reseñar *Persea princeps*, Lauraceae, cf. *Cedrela* sp., *Platycarya*, Sapotaceae, *Acacia*, *Nyssa*, *Phyllirea* y *Olea*. Es posible que formaran parte de bosques del tipo cálido como pudieron ser los encinares de *Quercus drymeja*, especie poco representadas en este yacimiento quizás a causa de un problema tafonómico; o que algunos de ellos integraran comunidades de carácter más xérico como Pinares. Los palinomorfos de este tipo aparecen en todas las muestras menos TV4 y TV5, quizás se vieron afectados por el enfriamiento climático de TV5 y desaparecieron de la zona durante este período.

El componente herbáceo debió ser abundante, destacándose los porcentajes de Poaceae, que son siempre elevados a causa del carácter anemófilo de este grupo y por entrar a formar parte de todos los ecosistemas. Quizás, como venimos explicando en todos los afloramientos estudiados, sus elevadas proporciones pudieran deberse a integrar comunidades de ribera como debió ocurrir en TV5, TV6 y TV7.

El segundo grupo mejor representado de herbáceas son las Amaranthaceae-Chenopodiaceae, que debían estar presentes en gran número, como indica su carácter entomófilo y la gran cantidad de polen hallado. Entre las Asteraceae las tubulifloras son más abundantes que las ligulifloras en todo el diagrama, ya que éstas últimas aparecen de forma puntual en los niveles TV1, TV2, TV3, TV4, TV6. Otras herbáceas detectadas a partir de sus palinomorfos son: Ranunculaceae, Caryophyllaceae, *Helianthemum*, *Geranium*, Apiaceae, Lamiaceae, *Phlomis*, *Scabiosa* y Liliaceae.

La presencia puntual de algunos taxones como *Sciadopitys*, *Liquidambar*, *Engelhardia*,

etc., que presentan una alta producción polínica y polinización anemófila quizás indican que fueron exóticos y habitaron en lugares alejados a la zona de estudio. La presencia de niveles apreciables de Arecaceae tal vez señalan la existencia de esta familia en las comunidades de la Cerdaña.

En este afloramiento la mayoría de los taxones determinados son mesotérmicos y micro/mesotérmicos, aunque también se han detectado taxones mega/mesotérmicos como cf. Cycadaceae, Sapotaceae, *Acacia*, *Nyssa*, Arecaceae, etc. Posiblemente en el área nororiental de la Península Ibérica existieron unas condiciones ambientales cálidas de tipo subtropical, pero la Cerdaña al encontrarse en una zona de montaña tuvo un clima más fresco y húmedo que permitió el asentamiento de formaciones como hayedos y el crecimiento de árboles como *Abies*, *Tsuga* y *Betula*, taxones micro/mesotérmicos o microtérminos que indican condiciones frías y de montaña. Por estas razones pensamos que esta región durante la deposición de los sedimentos del Torrente de Vilella debió estar sometida a un clima templado o templado cálido con un buen régimen de precipitaciones que debió variar favoreciendo un tipo de vegetación más que a otro. Esto parece ratificado al presentar la mayoría de las plantas de los taxones colectados hojas mesófilas y notófilas con el margen aserrado. Destaquemos que durante la deposición de los sedimentos de la base del afloramiento debió existir un clima templado con baja proporción de precipitaciones, que se hizo más cálido y seco en TV2. Posteriormente hubo un pequeño incremento de lluvias que volvieron a descender en TV4. La muestra TV5 indica un descenso térmico acusado y un aumento de las precipitaciones que influyeron en un mayor desarrollo de zonas húmedas. Por último, las dos muestras que aparecen a techo señalan un aumento de las temperaturas acompañado otra vez por un descenso en las precipitaciones.

Este yacimiento tiene una característica común con el de San Salvador, y es que en él aparecen gran cantidad de valvas de ostrácodos. Muchas veces estas valvas recubren los restos foliares impidiendo una buena determinación. Como ya hemos explicado en el caso de San Salvador, la presencia de ostrácodos podría indicar una mayor oxigenación de las aguas quizás producida por proximidad a la orilla (¿Efecto Neves?), y pudiera estar también relacionada con un descenso de la batimetría. Un dato a favor de esta hipótesis es que el mayor número de restos hallados son atribuibles a la especie *Alnus occidentalis*, habitante de las riberas.

El análisis de correlación agrupa todos los niveles estudiados menos TV5 (Fig. 116),

seguramente es debido a que este nivel presenta las características diferentes ya señaladas.

Las muestras TV7 y TV6 correlacionan juntos seguramente debido a sus porcentajes similares de gimnospermas y angiospermas, y a la presencia de elementos subtropicales como *Acacia* y cf. *Cycadaceae*; TV1, TV3, TV4 también se agrupan ya que presentan porcentajes de palinomorfos similares entre los que destacan las coníferas y frondosas pero no los elementos de tipo subtropical; finalmente, TV2 correlaciona de forma separada del resto de los niveles de este yacimiento, seguramente a causa de que durante su formación se dieron unas condiciones más secas que durante la deposición de los materiales de las demás muestras.

En resumen, durante la formación de los sedimentos del yacimiento del torrente de Vilella hubo un clima templado que cambió de cálido a frío, con un índice de precipitaciones variable que permitió la instalación de bosques de coníferas, hayedos, robledales, bosquetes de ulmáceas y aceráceas y bosques de ribera y pantano. El nivel TV2 indica un período en donde las condiciones climáticas fueron más cálidas y permitieron la instalación de matorrales en donde parecían dominar las *Oleaceae* de tipo *Phyllirea*. Hubo un período observable en TV5 donde las condiciones de humedad ambiental debieron permitir el desarrollo de bosques de frondosas en detrimento de los de coníferas. Finalmente, a techo de la formación, aparecen dos niveles en donde se han encontrado de forma puntual elementos subtropicales como cf. *Cycadaceae* y *Acacia*, lo que indica otra vez un aumento de la termicidad de la zona.

7.2.9. BARRANCO DE SALANCA

En el afloramiento de mayor tamaño se recogieron muestras para realizar análisis polínicos. En todos los puntos de esta localidad se han colectado gran cantidad de restos vegetales macroscópicos.

- Microflora:

Se tomaron siete muestras sucesivas, de base a techo, recogiendo sedimentos de los niveles amarillentos y de los naranjas. Todas ellas han proporcionado un número suficientemente representativo de granos de polen.

Muestra BS1: tomada en la base. Desde un punto de vista litológico se trata de arcillas amarillentas donde se han contabilizado 3.125 granos de los cuales se han llegado

a determinar 2.813, lo que representa un 90,558% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran como indeterminados, se agrupan en indeterminados inaperturados (0,032%), otros indeterminados (0,93%) e indeterminables (8,48%). La riqueza polínica de este nivel es de 511.920,5298 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuyen en 54 taxones: 2 de criptógamas, 9 de gimnospermas y 43 de angiospermas (26 arbóreas y 17 herbáceas). Hay que resaltar que un 55,55% de estos poseen anemofilia, frente a un 40,74% con entomofilia. El resto (3,71%) corresponde a las esporas, las cuales presentan una dispersión fundamentalmente hidrófila, y a taxones como *Salix*, tanto anemófilos como entomófilos.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes, se aprecia una dominancia numérica de las gimnospermas (80,39%) con respecto a las angiospermas (19,35%). La aparición de criptógamas es casi anecdótica (0,25%).

Entre las criptógamas hemos de indicar la presencia de *Laevigatosporites* y *Leiotriletes*. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas" : *Platanus*, *Liquidambar*, *Juglans*, *Myrica*, *Carpinus*, *Tilia*, *Salix*, *Ilex*, *Rhamnus*, *Buxus*, *Fraxinus*, *Lonicera*, *Sambucus*, *Viburnum*, Ericaceae, Olaceaceae indet. y Arecaceae; y como "otras no arbóreas" : Ranunculaceae, *Polygonum*, *Cistus*, *Potamogeton*, Caryophyllaceae, Droseraceae, Cistaceae indet., Apiaceae, Cyperaceae y Liliaceae.

Entre las taxodiáceas hemos detectado la presencia del tipo *Taxodium*, y de una forma puntual la del tipo *Sequoia* y el género *Sciadopitys*.

Si consideramos la totalidad de los palinomorfos hallados, los taxones arbóreos dominan en más de un 90%, dada la alta representación de gimnospermas. Si no se tuvieran en cuenta las esporas, este porcentaje permanece casi igual. Si se eliminan las Pinaceae, la proporción de arbóreos descende un poco: 85,05% de AP frente a 14,95% de NAP.

Muestra BS2: se recogió unos 60 cm por encima de la muestra anterior. Se trata de arcillas anaranjadas, donde se han contabilizado 4.426 granos de los cuales se han llegado a determinar 4.134, lo que representa un 93,418% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran como indeterminados, se agrupan en indeterminados inaperturados (0,022%), otros indeterminados (0,56%) e indeterminables (6%). La riqueza polínica de este nivel es de 736.513,5135 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuyen en 43 taxones: 2 de criptógamas, 9 de gimnospermas y 32 de angiospermas (21 arbóreas y 11 herbáceas). Hay que resaltar que un 55,81% de estos poseen anemofilia, frente a un 37,21% con entomofilia. El resto (6,98%) corresponde a esporas, las cuales presentan una dispersión fundamentalmente hidrófila, y a taxones como *Salix*, tanto anemófilos como entomófilos.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes, se aprecia un dominio numérico de las gimnospermas (78,74%) con respecto a las angiospermas (21,16%). La aparición de criptógamas es casi anecdótica (0,097%).

Entre las criptógamas hemos de indicar la presencia de *Laevigatosporites* y el tipo *Polypodium*. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas" : *Ephedra*, *Liquidambar*, *Juglans*, *Platycarya*, *Myrica*, *Carpinus*, *Salix*, *Ilex*, *Buxus*, *Rhamnus*, *Olea*, Ericaceae y Oleaceae indet.; y como "otras no arbóreas" : *Potamogeton*, Nymphaeaceae, Caryophyllaceae, Apiaceae y Liliaceae.

Entre las taxodiáceas hemos detectado fundamentalmente la presencia del tipo *Taxodium*, y de una forma puntual la del tipo *Sequoia*.

Si consideramos la totalidad de los palinomorfos hallados, los taxones arbóreos dominan en más de un 90%, dada la alta representación de gimnospermas. Si no se tuvieran en cuenta las esporas, este porcentaje permanece casi igual. Por último, si se eliminan las Pinaceae, la proporción de arbóreos desciende un poco: 88,19% de AP frente a 11,81% de NAP.

Muestra BS3: recogida 1 m por encima de la muestra anterior. Se trata de arcillas amarillentas, donde se han contabilizado 3.076 granos de los cuales se han llegado a determinar 2.883, lo que representa un 93,72% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran como indeterminados se agrupan en indeterminados inaperturados (0,032%), otros indeterminados (0,52%) e indeterminables (5,72%). La riqueza polínica de este nivel es de 419.594,5946 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuyen en 40 taxones: 1 de criptógamas, 8 de gimnospermas y 31 de angiospermas (23 arbóreas y 8 herbáceas). Hay que resaltar que un 60% de estos poseen anemofilia, frente a un 32,5% con entomofilia. El resto (7,5%) corresponde a esporas, las cuales presentan una dispersión fundamentalmente hidrófila, y a taxones como *Nyssa*, que pueden ser tanto anemófilos como entomófilos.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes, se aprecia un dominio numérico de las gimnospermas (87,37%) con respecto a las angiospermas (12,46%). La aparición de criptógamas es casi anecdótica (0,17%).

Entre las criptógamas hemos de indicar la presencia de *Laevigatosporites*. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas" : *Liquidambar*, *Juglans*, *Platycarya*, *Myrica*, *Carpinus*, *Tilia*, *Salix*, *Nyssa*, *Ilex*, *Buxus*, *Parthenocissus*, *Fraxinus*, Ericaceae y Arecaceae; y como "otras no arbóreas" : Apiaceae y Liliaceae.

Entre las taxodiáceas se ha detectado la presencia del tipo *Taxodium*, y de una forma puntual, la del tipo *Sequoia*.

Si consideramos la totalidad de los palinomorfos hallados, los taxones arbóreos dominan en más de un 85%, dada la alta representación de gimnospermas. Si no se tuvieran en cuenta las esporas, este porcentaje permanece invariable. Finalmente, si se eliminan las Pinaceae, esta proporción queda de la siguiente manera: 91,65% de AP frente a 8,35% de NAP.

Muestra BS4: tomada unos 60 cm por encima de la muestra anterior. Desde un punto de vista litológico se trata de arcillas anaranjadas, donde se han contabilizado 5.352 granos de los cuales se han llegado a determinar 5.033, lo que representa un 94,04% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran como indeterminados, hay que repartirlos entre: inaperturados (0,037%), otros indeterminados (0,41%) e indeterminables (5,51%). La riqueza polínica de este nivel es de 957.492,7954 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos identificados se distribuyen en 53 taxones: 4 de criptógamas, 9 de gimnospermas y 40 de angiospermas (25 arbóreas y 15 herbáceas). Se debe resaltar que un 49,05% de estos poseen anemofilia, frente a un 39,62% con entomofilia. El resto (11,33%) corresponde a esporas, las cuales presentan una dispersión fundamentalmente hidrófila, y a taxones como *Nyssa*, tanto anemófilos como entomófilos.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes, se aprecia un dominio numérico de las gimnospermas (76,69%) con respecto a las angiospermas (23,01%). La aparición de criptógamas es casi anecdótica (0,3%).

Entre las criptógamas hemos de indicar la presencia de *Laevigatosporites*, *Leiotriletes*, el tipo *Polypodium* y triletas indeterminadas. En el diagrama polínico se han incluido como

"otras arbóreas" : *Tsuga*, *Liquidambar*, *Juglans*, *Platycarya*, *Myrica*, *Carpinus*, *Tilia*, *Salix*, *Nyssa*, *Cornus*, *Ilex*, *Buxus*, *Acer*, *Fraxinus*, *Lonicera*, Ericaceae y Oleaceae indet.; y como "otras no arbóreas" : Ranunculaceae, *Potamogeton*, Caryophyllaceae, Fabaceae, Thymelaeaceae, Rubiaceae y Liliaceae.

Entre las taxodiáceas se ha detectado fundamentalmente la presencia del tipo *Taxodium*, y de una forma puntual la del tipo *Sequoia*.

Si consideramos la totalidad de los palinomorfos hallados, los taxones arbóreos dominan en más de un 90%, dada la alta representación de gimnospermas. Si no se tuvieran en cuenta las esporas, este porcentaje permanece invariable. Si, por último, se eliminan las Pinaceae, la proporción obtenida es la siguiente: 89,63% de AP frente a 10,37% de NAP.

Muestra BS5: tomada unos 55 cm por encima de la anterior. Se trata de arcillas amarillentas donde se han contabilizado 2.134 granos de los cuales se han llegado a determinar 1.880, lo que representa un 88,09% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran como indeterminados, se agrupan en indeterminados (1,04%) e indeterminables (10,87%). La riqueza polínica de este nivel es de 339.072,8425 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuyen en 48 taxones: 1 de criptógamas, 7 de gimnospermas y 40 de angiospermas (29 arbóreas y 11 herbáceas). Hay que resaltar que un 54,16% de estos poseen anemofilia, frente a un 39,58% con entomofilia. El resto (6,26%) corresponde a las esporas, las cuales presentan una dispersión fundamentalmente hidrófila, y a taxones como *Salix*, tanto anemófilos como entomófilos.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes, se aprecia una dominancia numérica de las gimnospermas (59,73%) con respecto a las angiospermas (39,9%). La aparición de criptógamas es casi anecdótica (0,37%).

Entre las criptógamas hemos de indicar la presencia de *Laevigatosporites*. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas" : *Platanus*, *Liquidambar*, *Engelhardia*, *Juglans*, *Myrica*, *Carpinus*, *Tilia*, *Salix*, *Nyssa*, *Cornus*, *Ilex*, *Buxus*, *Rhamnus*, *Fraxinus*, *Ligustrum*, *Sambucus*, Ericaceae, Sapotaceae, y Oleaceae indet.; y como "otras no arbóreas" : *Potamogeton*, Caryophyllaceae, Cistaceae, Apiaceae y Liliaceae.

Entre las taxodiáceas hemos detectado la presencia del tipo *Taxodium*, y de una forma puntual la del tipo *Sequoia*.

Si consideramos la totalidad de los palinomorfos hallados, los taxones arbóreos dominan en más de un 90%, dada la alta representación de gimnospermas. Si no se tienen en cuenta las esporas, este porcentaje permanece invariable. Por último, si se eliminan las Pinaceae, el tanto por ciento descende un poco: 86,68% de AP frente a 13,32% de NAP.

Muestra BS6: tomada a 55 cm de la muestra anterior. Se trata de arcillas anaranjadas donde se han contabilizado 4.293 granos de los cuales se han llegado a determinar 3.873, lo que representa un 90,21% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran como indeterminados se agrupan en indeterminados inaperturados (0,02%), otros indeterminados (0,76%) e indeterminables (9,01%). La riqueza polínica de este nivel es de 718.367,347 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos identificados se distribuyen en 56 taxones: 3 de criptógamas, 8 de gimnospermas y 45 de angiospermas (30 arbóreas y 15 herbáceas). Hay que resaltar que un 44,64% de estos poseen anemofilia, frente a un 46,42% con entomofilia. El resto (8,94%) corresponde a esporas, las cuales presentan una dispersión fundamentalmente hidrófila, y a taxones como *Salix*, tanto anemófilos como entomófilos.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes, se aprecia un dominio numérico de las gimnospermas (67,2%) con respecto a las angiospermas (32,77%). La aparición de criptógamas es casi anecdótica (0,28%).

Entre las criptógamas hemos de indicar la presencia de *Laevigatosporites*, el tipo *Polypodium* y esporas de Osmundaceae. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas" : *Liquidambar*, *Juglans*, *Platycarya*, *Myrica*, *Carpinus*, *Tilia*, *Salix*, *Nyssa*, *Cornus*, *Ilex*, *Buxus*, *Rhamnus*, *Acer*, *Phyllirea*, *Sambucus*, Berberidaceae, Ericaceae, Sapotaceae y Oleaceae indet.; y como "otras no arbóreas" : Ranunculaceae, *Cistus*, *Potamogeton*, Nymphaeaceae, Caryophyllaceae, Cistaceae indet., Apiaceae, Lamiaceae y Liliaceae.

Entre las taxodiáceas hemos detectado fundamentalmente la presencia del tipo *Taxodium*, y de una forma puntual la del tipo *Sequoia*.

Si consideramos la totalidad de los palinomorfos hallados, los taxones arbóreos dominan en más de un 90%, dada la alta representación de gimnospermas. Si no se tienen en cuenta las esporas, este porcentaje permanece invariable. Si, finalmente, se eliminan las Pinaceae, la proporción obtenida es: 88,92% de AP frente a 11,08% de NAP.

Muestra BS7: recogida a techo de la formación a 25 cm por encima de la anterior. Desde un punto de vista litológico se trata de arcillas amarillentas donde se han contabilizado 5.534 granos de los cuales se han llegado a determinar 4.782, lo que representa un 86,41% del total. El resto de los palinomorfos estudiados, que en el diagrama polínico se consideran como indeterminados, se agrupan en: indeterminados inaperturados (0,036%), otros indeterminados (0,48%) e indeterminables (13,074%). La riqueza polínica de este nivel es de 887.788,1844 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos identificados se distribuyen en 63 taxones: 5 de criptógamas, 10 de gimnospermas y 49 de angiospermas (32 arbóreas y 17 herbáceas). Hay que resaltar que un 47,62% de estos poseen anemofilia, frente a un 38,09% con entomofilia. El resto (14,29%) corresponde a las esporas, las cuales presentan una dispersión fundamentalmente hidrófila, y a taxones como *Nyssa*, que pueden tener dispersión polínica tanto anemófila como entomófila.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes, se aprecia una dominancia numérica de las gimnospermas (59,36%) con respecto a las angiospermas (39,627%). El porcentaje de criptógamas es muy bajo (1,003%).

Entre las criptógamas hemos de indicar la presencia de *Lycopodium*, *Eaevigatosporites* esporas de Osmundaceae y monoletas y triletas indeterminadas. En el diagrama polínico se han incluido como "otras arbóreas" : *Ephedra*, *Liquidambar*, *Celtis*, *Engelhardia*, *Juglans*, *Platycarya*, *Myrica*, *Carpinus*, *Tilia*, *Salix*, *Nyssa*, *Cornus*, *Ilex*, *Buxus*, *Rhamnus*, *Acer*, *Fraxinus*, *Olea*, cf. Cycadaceae, Ericaceae, Oleaceae indet. y Arecaceae; y como "otras no arbóreas" : *Cistus*, *Primula*, *Echium*, *Potamogeton*, Nymphaeaceae, Caryophyllaceae, Droseraceae, Cistaceae indet., Apiaceae y Liliaceae.

Entre las taxodiáceas hemos detectado la presencia del tipo *Taxodium*, y de una forma puntual la del tipo *Sequoia*.

Si consideramos la totalidad de los palinomorfos hallados, los taxones arbóreos dominan en más de un 90%, dada la alta representación de gimnospermas. Si no se tienen en cuenta las esporas, este porcentaje permanece inalterado, y lo mismo ocurre si se eliminan las Pinaceae (91,37% de AP frente a 8,63% de NAP).

- Macroflora:

Se han estudiado 331 ejemplares, de los cuales el 81,57% del total (268 ejemplares) corresponden a restos foliares. La diferencia (19,03%) corresponde fundamentalmente a frutos,

brácteas, involucros, conos de gimnospermas y amentos. Es baja la proporción de frutos y semillas aladas: 7,85% del total de restos estudiados.

La mayoría de los ejemplares estudiados se encuentran en forma de compresión (54,98%), apareciendo impresiones (41,69%) en un porcentaje inferior. De forma excepcional se han encontrado especímenes con la cutícula preservada (0,30%) (Fig. 108).

El conjunto de los ejemplares se ha podido atribuir en su totalidad a grandes grupos, siendo el mejor representado el de las angiospermas dicotiledóneas (25 taxones), seguido por gimnospermas (7 taxones) y angiospermas monocotiledóneas (3 taxones) (Tab. 12).

Los valores de diversidad según los diferentes índices son los siguientes:

-Simpson = 0,913

-Shannon y Wiener = 1,236

La equitabilidad obtenida es 0,801.

Teniendo en cuenta el número de restos hallados se han elaborado los siguientes porcentajes:

Gimnospermas = 8,76%

Angiospermas dicotiledóneas = 85,2%

Angiospermas monocotiledóneas = 6,04%

Entre las gimnospermas destacan las pináceas con un 75,86% del total del grupo, y en segundo lugar las taxodiáceas con un 24,14% (Fig. 108).

Las angiospermas presentan mayor diversidad y número de ejemplares que las gimnospermas, y se reseñan las proporciones sobre el total de angiospermas, de las familias: Fagaceae (23,51%), Betulaceae (20,2%), Aceraceae (17,88%), Myricaceae (6,62%), Ulmaceae (3,97%) y Lauraceae (3,97%). Es reseñable el porcentaje de los representantes de la subclase Commelinidae, con un 5,29% sobre el total de angiospermas (Fig. 108).

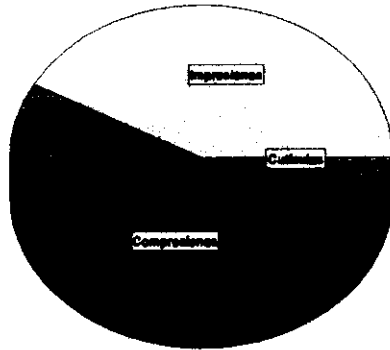
La familia Fagaceae es la que tiene mayor presencia, destacando *Quercus hispanica* como la especie más abundante (50,7% sobre el total de Fagaceae). En segundo lugar hemos de destacar *Fagus gussonii* con un porcentaje de 25,35%. Con representación mucho más baja hay que mencionar *Quercus drymeja*, *Fagus pristina* y cf. *Castanea* sp. con valores sobre el total de las fagáceas de 15,49%, 4,22% y 4,22% respectivamente (Fig. 108).

Entre las angiospermas dicotiledóneas se han hallado 14 restos foliares indeterminables (Tab. 12).

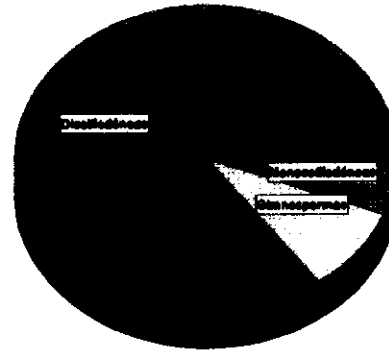
Si consideramos la totalidad de los restos se observa un dominio numérico absoluta

Barranco de Salanca

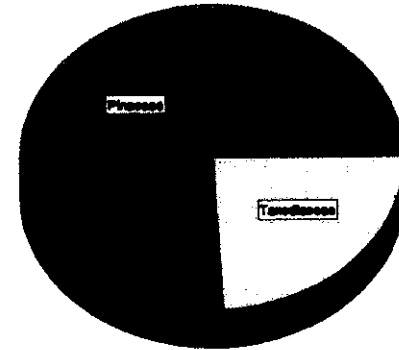
Tipos de Preservación



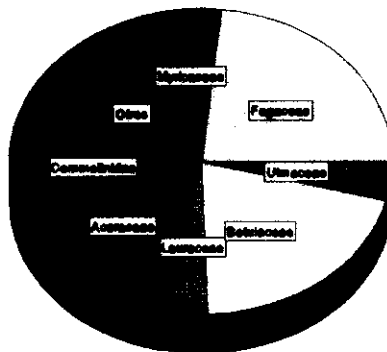
Grupos Vegetales



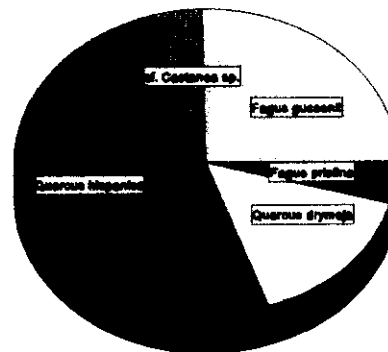
Gimnospermas



Angiospermas



Fagaceae



Hábitat

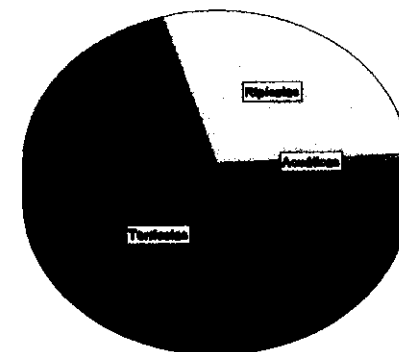


Fig. 108

de los taxones arbóreos frente a los no arbóreos, tanto si estimamos los totales (93,23% arbóreos frente a 6,77% no arbóreos), como si valoramos únicamente las angiospermas (92,53% arbóreos frente a 7,47% no arbóreos) (Fig. 108).

Teniendo únicamente en cuenta las angiospermas, desde un punto de vista paleobiológico y tafonómico, encontramos los siguientes porcentajes (Fig. 108):

Démicas autóctonas = 1,07% (acuáticas)

Démicas alóctonas = 28,47% (ripícolas)

Adémicas alóctonas = 70,46% (terricolas)

Las segundas poseen un número de taxones arbóreos muy superior al de herbáceos (80% arbóreos frente a 20% de no arbóreos). En el caso de las adémicas alóctonas el porcentaje de elementos arbóreos es de un 100%.

Resultados

En total se han contado 27.940 granos de polen, entre estos destacan por la cantidad contabilizada, los asignables al género *Pinus*. Hay que mencionar un elevado número de taxones que se han determinado de forma puntual, incluyéndose en el diagrama polínico (Fig. 109) como "otros arbóreos" y "otros no arbóreos". Su relación es la siguiente:

- "otros AP": cf. *Cycadaceae*, *Tsuga*, *Ephedra*, *Berberidaceae*, *Platanus*, *Liquidambar*, *Celtis*, *Engelhardia*, *Juglans*, *Platycarya*, *Myrica*, *Carpinus*, *Tilia*, *Salix*, *Ericaceae*, *Sapotaceae*, *Nyssa*, *Cornus*, *Ilex*, *Rhamnus*, *Buxus*, *Acer*, *Parthenocissus*, *Fraxinus*, *Ligustrum*, *Phyllirea*, *Olea*, *Oleaceae*, *Lonicera*, *Sambucus*, *Viburnum* y *Arecaceae*.

- "otros NAP": *Nymphaeaceae*, *Ranunculaceae*, *Caryophyllaceae*, *Polygonum*, *Droseraceae*, *Cistus*, *Cistaceae*, *Primula*, *Fabaceae*, *Thymelaeaceae*, *Apiaceae*, *Lamiaceae*, *Echium*, *Rubiaceae*, *Potamogeton*, *Cyperaceae* y *Liliaceae*.

En el barranco de Salanca se han colectado desde principio de siglo restos fósiles macroscópicos asignables a un buen número de especies vegetales. En este apartado hemos tratado de relacionar los datos macroflorísticos con los microflorísticos y, como en los otros yacimientos estudiados, no hay coincidencia a causa del sesgo tafonómico.

Con respecto a las gimnospermas, en especial las *Pinaceae*, ya hemos explicado que su registro polínico es muy abundante (Fig. 109); es debido a su alta producción polínica y gran capacidad de dispersión. Sin embargo, este grupo se encuentra representado por un escaso número de macrorrestos. A diferencia de las gimnospermas, las dicotiledóneas arbóreas



dominan de un modo absoluto en el conjunto de los macrorrestos. La gran cantidad de dicotiledóneas indica condiciones de baja energía en las aguas del lago. Como ya hemos indicado en el resto de los afloramientos en donde se han colectado macrorrestos y hemos obtenido registro polínico, esto no quiere decir que en la zona no se desarrollaran comunidades de coníferas. Durante la formación de los sedimentos de este afloramiento debieron existir bosques en donde *Pinus*, *Abies* y *Tsuga*, estuvieron bien representados. Como prueba hay que reseñar la colecta de acículas de *Pinus*, conos de *Tsuga*, ramas y escamas tectrices de Abietoideas y piñones que pudieran atribuirse a distintos géneros de coníferas como *Pinus*, *Abies*, *Picea*, *Cedrus*, etc... En el conjunto de los macrorrestos de gimnospermas debemos indicar el porcentaje apreciable de Taxodiaceae, debido también a un problema tafonómico ya que *Glyptostrobus europaeus*, la única especie de taxodiácea detectada en este yacimiento, habitaba en zonas pantanosas por lo que es fácil pensar que sus restos fósiles tuvieron una alta probabilidad de quedar fosilizados.

Los valores de diversidad obtenidos a partir de los índices de Simpson y Shannon se desarrollan de forma paralela (Fig. 110). El de Simpson indica una diversidad media/alta en todos los niveles, menos en BS5 donde es alta. Se han obtenido valores medios del índice de Shannon salvo en BS5 donde también son altos. La equitabilidad es media-baja en los cuatro primeros niveles a causa de la sobrerrepresentación de *Pinus*; BS5 tiene la mayor equitabilidad debido al descenso del porcentaje de este taxón; por último los niveles BS6 y BS7 poseen unos valores medios de equitabilidad debido al aumento de los niveles de *Fagus*, *Quercus* y *Alnus*.

Entre las angiospermas, tanto si se tienen en cuenta los datos florísticos como los palinológicos, son las dicotiledóneas arbóreas las que destacan numéricamente sobre las no arbóreas. Así, el porcentaje de AP es muy superior al de NAP tanto si se considera el total de palinomorfos como si no se estima ni esporas ni Pinaceae (Fig. 111), luego todos los datos apuntan a que la Cerdaña, durante la deposición de los niveles de este yacimiento, se encontraba poblada por bosques. El dominio numérico entre los macrorrestos de los taxones arbóreos se debe a un problema tafonómico de transporte.

Desde un punto de vista paleobiológico y tafonómico los vegetales adémicos alóctonos son los que están mejor representados tanto a partir de macrorrestos como de microrrestos. La muestra BS2 es en la que tiene los porcentajes de démicos alóctonos y adémicos alóctonos más parecidos debido a un ligero aumento en la proporción de *Alnus*. La mayor proporción

Barranco de Salanca

	BS1	BS2	BS3	BS4	BS5	BS6	BS7
Simpson	0,613	0,627	0,567	0,651	0,798	0,733	0,748
Shannon	0,759	0,743	0,677	0,804	1,025	0,926	0,957
Equitabilidad	0,429	0,444	0,412	0,460	0,600	0,523	0,528

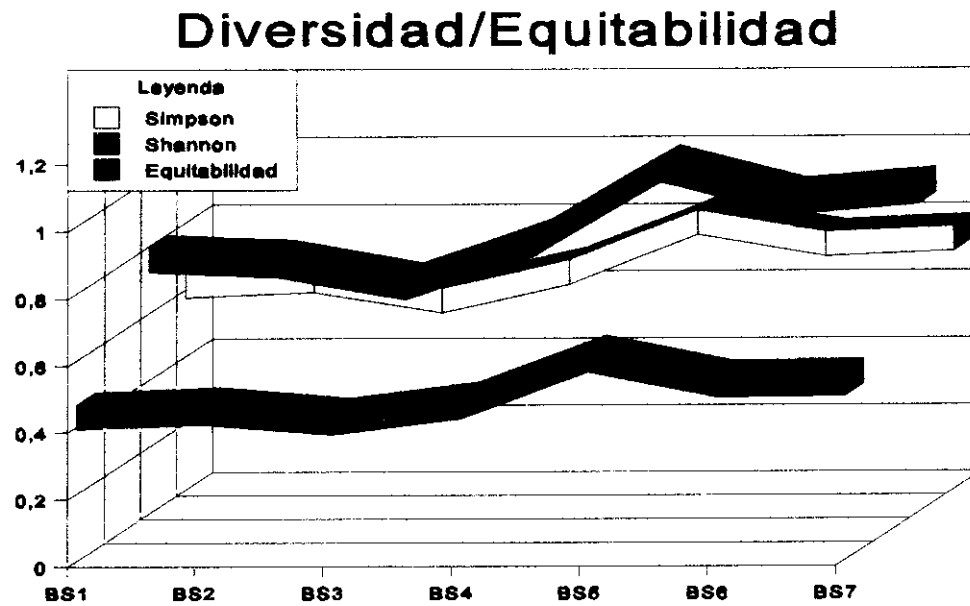


Fig. 110

de los adémicos alóctonos puede ser debida a que las comunidades ribereñas y de pantano tuvieron durante este período una menor importancia en la zona (Fig. 111).

Los démicos autóctonos se encuentran representados en una muy baja proporción tanto a partir de polen como de macrorrestos, debido a la destrucción de sus restos durante los procesos de fosilización, sin embargo debieron poseer una buena incidencia en la zona. Debemos destacar la aparición puntual en algunos niveles de polen de *Nymphaeaceae* y *Potamogeton*; y de macrorrestos de *Trapa ceretana* y *Potamogeton orbiculare*.

Las comunidades ribereñas y de pantano, estarían integradas por *Glyptostrobus europaeus* (productor de polen del tipo *Taxodium*), *Alnus occidentalis*, *Carya*, *Pterocarya*, *Myrica* (seguramente *Myrica lignitum*), *Populus tremulaefolia*, *Salix*, *Droseraceae*, *Nyssa*, *Fraxinus numana*, *Sambucus*, *Sparganiaceae-Typhaceae* (se han hallado restos de *Typha latissima* y polen de tipo *Typha latifolia*), *Cyperaceae* y *Poaceae*. En conjunto, los AP son predominantes en todas las muestras en casi un 100% frente a los NAP. Debemos apuntar que la especie mayor presencia entre los macrorrestos es *Alnus occidentalis*. Posiblemente, el que sea una planta ribereña es la razón de su abundancia. También es posible que la acumulación de sus restos se deba a un efecto orilla, sin embargo, la ausencia de ostrácodos en los sedimentos induce a pensar que habría en este yacimiento una mayor batimetría y, por consiguiente, condiciones anóxicas más elevadas que las que debieron tener los yacimientos del torrente de Vilella y San Salvador.

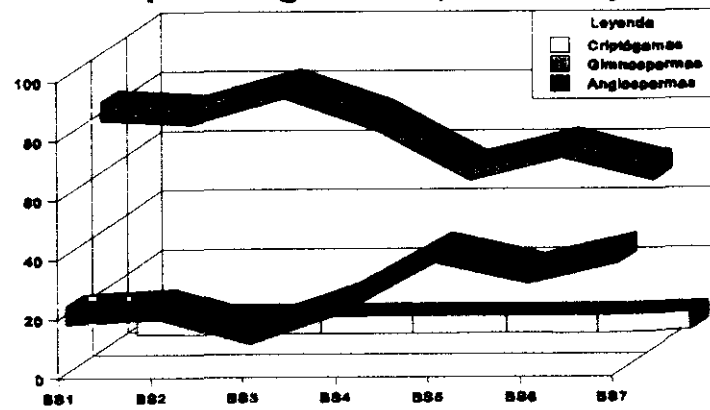
Entre los taxones adémicos alóctonos también hay que destacar que los arbóreos aparecen en una mayor proporción que los no arbóreos, corroborando así el carácter forestal de la vegetación de la Cerdaña durante la formación de los sedimentos este yacimiento.

Si se analiza el diagrama polínico (Fig. 109) se puede observar que en la muestra BS1 destaca la elevada proporción de gimnospermas y los bajos porcentajes de *Fagus* y *Betula*, lo cual debió corresponder con un período de condiciones cálidas con un índice bajo de precipitaciones. Esto último también vendría apoyado por la ausencia de *Picea* y los niveles apreciables de *Amaranthaceae-Chenopodiaceae*.

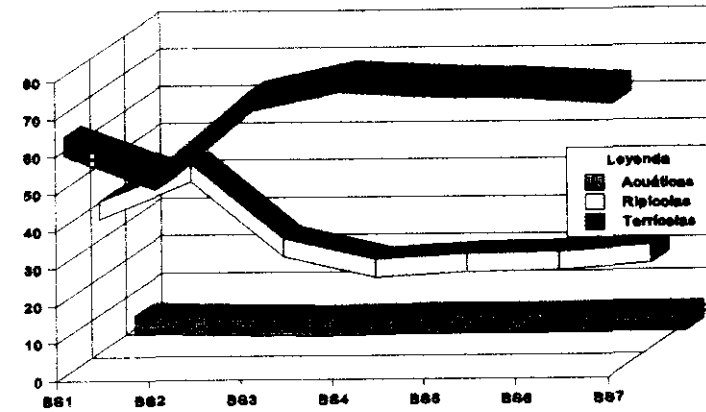
En la muestra BS2 se aprecia un aumento de *Betula* lo que se podría explicar por un ligero enfriamiento del clima. También se observan pequeños incrementos de *Fagus* y *Abies* lo que podría señalar un aumento de las precipitaciones. Los niveles de *Alnus* crecen, quizás por un aumento de importancia de las zonas húmedas. Posteriormente vuelve a haber un calentamiento del clima como indica la caída de los porcentajes de *Betula* en la muestra BS3,

Barranco de Salanca

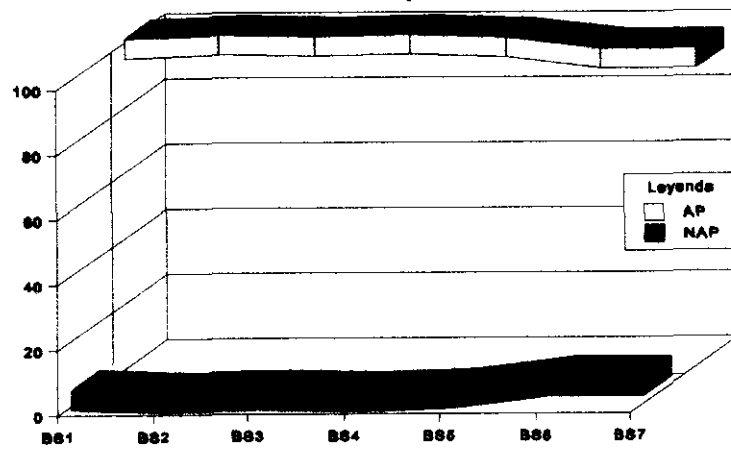
Grupos vegetales/porcentajes



Hábitats/porcentaje



Hábito/Ripícolas



Hábito/Terrícolas

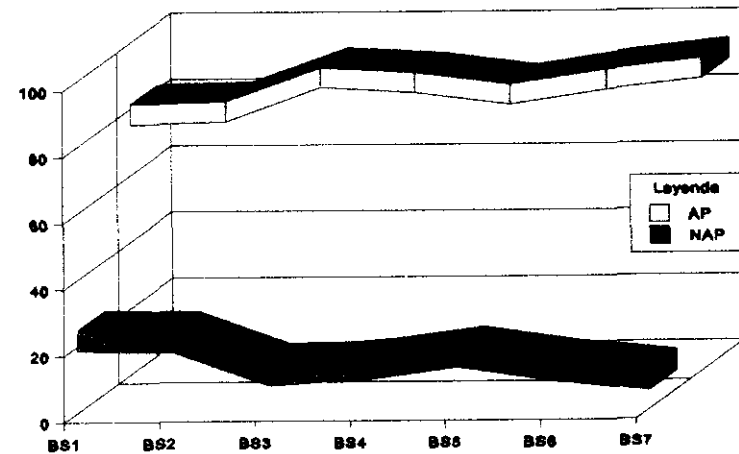


Fig. 111

sin embargo, es posible que siguieran aumentando las precipitaciones como señala el incremento respecto a los dos niveles anteriores de *Fagus* y *Abies*. Durante la deposición de los sedimentos de esta última muestra las zonas húmedas no debieron tener tanta importancia como señala la caída de los niveles de *Alnus*.

A partir de la muestra BS4 los tantos por cientos de *Betula* aumentan, lo que indica un refrescamiento de las condiciones climáticas, haciéndose más patente en las muestras BS6 y BS7 a techo del afloramiento. Este enfriamiento viene acompañado por una elevación de las precipitaciones que se hace muy patente en la muestra BS5, en donde disminuye *Pinus* y aumentan Cupressaceae, Taxodiaceae, *Ulmus-Zelkova*, *Fagus*, *Quercus*, *Alnus*, *Corylus*, las leguminosas del tipo *Robinia* y Poaceae. A lo largo de todo el diagrama, los porcentajes de Poaceae y *Alnus* parecen variar conjuntamente, luego es posible que las gramineas en este diagrama sean indicativos de zonas húmedas. En CB5 aunque los niveles de *Betula* son apreciables, descienden un poco, por lo que tal vez hubo un ligero calentamiento.

A techo de la columna se observa de nuevo un aumento de *Pinus* aunque no llega a tener este taxón los valores que presenta en las muestras BS1, BS2, BS3 y BS4. Los porcentajes de *Fagus* se incrementan, manteniéndose los del resto de las frondosas. Es posible que el nivel de las precipitaciones no variara o, disminuyera un poco. Es de reseñar la ausencia casi total de *Abies* en la muestra CB7, para la que no encontramos una explicación satisfactoria.

Las comunidades arbóreas dominantes en la zona, además de los bosques de coníferas debieron ser hayedos, robledales y encinares. Los hayedos estaban integrados fundamentalmente por *Fagus gussonii* y más escasamente por *Fagus pristina*; aparecerían como acompañantes: *Betula insignis*, *Carpinus*, *Tilia vidali*, *Cornus*, *Ilex*, *Acer pyrenaicum*, etc... También es posible que algunas coníferas como *Tsuga* y *Abies* formaran parte de estas comunidades o que integraran bosques mixtos.

Los robledales se encontrarían constituidos por *Quercus hispanica* que debió asociarse con distintas especies de *Acer*, *Ostrya*, *Corylus*, cf. *Castanea* sp., leguminosas del tipo *Robinia*, etc... En este yacimiento no aparece tan clara la relación entre *Quercus* y *Corylus*, aunque si el porcentaje de *Quercus* se incrementa, el de *Corylus* lo hace también ligeramente y si *Quercus* disminuye también lo hace *Corylus*.

Los encinares se encontrarían constituidos por *Quercus drymeja*, especie que se debió asociar con *Laurophyllum* sp., *Persea princeps*, Lauraceae, *Acer integerrimum*, *Olea*, etc...

Un grupo de plantas que podrían encontrarse relacionadas con *Quercus* serían Cupressaceae. Aunque sus porcentajes varían menos que los de otros taxones, y durante la formación de los niveles de este yacimiento siempre tuvieron una buena representación. Los integrantes de esta familia pudieron constituir encinares, robledales, hayedos y bosques de coníferas como acompañantes o formando pequeños rodales.

Posiblemente, las formaciones de ulmáceas no tuvieron tanta importancia en la zona durante la deposición de estos sedimentos como en otras ocasiones, ya que el porcentaje de palinomorfos, aunque apreciable, es menor que en otros yacimientos. Entre los macrorrestos hay que reseñar *Zelkova zelkovaefolia*, que debió formar pequeños bosquetes quizás asociándose con Hamamelidaceae. El alto porcentaje de restos de *Acer pyrenaicum* parece señalar que existieron en la Cerdaña bosquetes de esta especie.

El estrato arbustivo que se desarrolló en esta zona debió ser importante y hallarse bien diversificado. Debemos reseñar, como ya hemos hecho antes, la existencia de niveles importantes de *Corylus*. También hay que mencionar: Berberidaceae, *Cistus*, Ericaceae, *Cornus*, *Ilex*, *Rhamnus*, *Buxus pliocenica*, *Ligustrum*, *Phyllirea*, *Sambucus*, *Viburnum*, y quizás algunas Lamiaceae y Cistaceae.

Las Poaceae son el grupo herbáceo mejor representado, aunque sus tantos por ciento son inferiores a los de otros yacimientos. Ya hemos indicado que parece variar a lo largo del diagrama polínico junto con *Alnus*, luego en este caso quizás se podrían considerar como ripícolas, aunque debieron estar presentes en todas las comunidades terrícolas de la zona.

Después de Poaceae, Amaranthaceae-Chenopodiaceae son el conjunto de herbáceas mejor representado, quizás porque estas plantas estuvieran presentes en gran número en los ecosistemas de la zona, ya que son las entomófilas que tienen porcentajes más altos.

Entre las Asteraceae, las tubulifloras dominan numéricamente sobre las ligulifloras en todos los niveles menos en el BS1 en el que tienen porcentajes similares. Otra herbáceas con tantos por cientos reseñables son las del género *Phlomis* que, al igual que Amaranthaceae-Chenopodiaceae y Asteraceae tendrían amplia representación en las comunidades herbáceas de la zona.

La presencia puntual de algunos taxones como *Sciadopitys*, *Liquidambar*, *Engelhardia*, Arecaceae, etc..., que presentan una alta producción polínica y dispersión anemófila posiblemente indica que no se criaban la zona de estudio, habitando en lugares lejanos.

Aunque se han hallado plantas que señalan la existencia de climas cálidos, como las

Sapotaceae, en este afloramiento la mayoría de los taxones estudiados son mesotérmicos o meso/microtérmicos, lo que indica que el clima fue de tipo templado o templado cálido. Esto parece ratificado porque la mayoría de los taxones colectados presentan hojas mesófilas y notófilas y el margen aserrado.

Más concretamente parece que durante la deposición de los materiales de la base del afloramiento existió un clima templado cálido con un bajo índice de la pluviosidad; durante la deposición de la siguiente muestra (BS2) se produjo un ligero enfriamiento que vino acompañado por un aumento de las precipitaciones, posteriormente volvieron las condiciones cálidas, aunque las precipitaciones continuaron aumentando.

Los palinomorfos de la muestra BS4 señalan un enfriamiento climático; los de BS5 indican un muy ligero calentamiento del clima acompañado por un aumento generalizado de precipitaciones. En las dos muestras cercanas al techo (BS6 y BS7) el contenido polínico muestra que se produjo un descenso de las precipitaciones, más acusado en BS6.

Este afloramiento se caracteriza por presentar proporciones parecidas de palinomorfos en todas las muestras estudiadas, por esta razón se correlacionan todas ellas conjuntamente, salvo el BS1, que se agrupa con niveles del torrente de Vilella. Sin embargo, a mayor escala, todos los niveles del yacimiento que nos ocupa y los del torrente de Vilella, camino de Balltarga a Bor, torrente de la Bavosa y San Salvador, se congregan en una unidad, quizás porque durante su formación las condiciones ambientales fueron más o menos similares, aunque no iguales, como se puede observar al estudiar cada afloramiento por separado.

En resumen, durante la formación de los sedimentos de este yacimiento, en la Cerdaña se desarrolló un clima templado o templado cálido con un apropiado régimen de precipitaciones que variaron a lo largo del tiempo, permitiendo la formación de distintas comunidades entre las que destacamos: bosques de coníferas, hayedos, robledales, encinares, bosquetes de ulmáceas y aceráceas y bosques de ribera y pantano.

7.2.10. CARRETERA DE BELLVER DE Cerdanya A PI

Se realizaron y observaron preparaciones de las arcillas del afloramiento del margen izquierdo de la carretera, pero todas dieron estériles. Asimismo, en este mismo lugar se colectaron macrorrestos vegetales en pequeño número que corresponden en su totalidad a restos foliares asignables a: *Fagus pristina*, *Quercus drymeja*, *Populus tremulaefolia*, *Acer pyrenaicum* y dicotiledóneas indeterminables. El taxón más abundantemente es *Fagus pristina*.

Todos estos restos foliares se han hallado en forma de impresión y sobre ellos se observan gran cantidad de diatomeas, muchas en colonias filamentosas.

En el afloramiento del margen derecho de la carretera se recogió una muestra de arcilla para realizar un análisis palinológico que fue positivo; asimismo se colectaron de forma escasa algunos macrorrestos vegetales.

- Microflora:

En el afloramiento del margen derecho de la carretera de Bellver de Cerdanya a Pi, se han contabilizado 2.030 granos de los cuales se han llegado a determinar el 91,182% del total, es decir, 1.851 granos. El resto de los palinomorfos estudiados se agrupan en indeterminados (0,837%) e indeterminables (7,98%). La riqueza polínica de este yacimiento es de 366.111,11 granos/gramo de sedimento.

Los palinomorfos determinados se distribuyen en 49 taxones (Tab. 13): 2 de criptógamas, 9 de gimnospermas y 38 de angiospermas (23 arbóreos y 15 herbáceos). Hay que reseñar que un 55,1% de estos posee anemofilia, frente a un 40,81% con entomofilia. El resto (4,09%) corresponde las esporas, las cuales tienen una dispersión fundamentalmente hidrófila, y a taxones como *Salix* con varios tipos de dispersión polínica.

Los valores de diversidad según los diferentes índices son los siguientes:

-Simpson = 0,778

-Shannon = 0,920

La equitabilidad obtenida es 0,541.

Al observar la distribución de los especímenes en los grupos vegetales más importantes se aprecia una dominancia de las angiospermas frente a las gimnospermas, siendo el porcentaje de criptógamas casi insignificante (Fig. 112):

Criptógamas = 0,54%

Gimnospermas = 19,565%

Angiospermas = 79,804%

Entre las esporas se han encontrado 8 ejemplares de *Laevigatosporites*, 1 del tipo *Polypodium* y 1 espora de Osmundaceae.

Si analizamos por separado las gimnospermas, hay un dominio absoluto de las pináceas, con un 95,30%. Hay que destacar el género *Pinus* con un 90,331% del total de gimnospermas. El resto de los taxones de Pinaceae que se han hallado en este afloramiento

aparecen en forma casi testimonial. El 2,76% del total de las gimnospermas corresponde a la familia Taxodiaceae, predominando el tipo *Taxodium*. La familia Cupressaceae tiene un 1,93% de representación.

Las angiospermas presentan mayor número de taxones que las gimnospermas. Entre las familias determinadas debemos destacar: Betulaceae (62,31%), Fagaceae (18,47%), Poaceae (6,96%), Ulmaceae (3,78%) y Juglandaceae (3,31%) (Fig. 112). También debemos hacer mención de las familias Myricaceae, Caryophyllaceae y Sparganiaceae-Typhaceae, aunque sus porcentajes no llegan al 1% del total de las angiospermas.

Betulaceae es la familia de angiospermas mejor representada, debido a la sobrerrepresentación *Alnus* (Fig. 112). Es destacable la presencia de *Corylus* con un 3,58% sobre el total de angiospermas, y de *Betula* con un 1,35%. Entre las Fagaceae el género *Fagus* es mayoritario con 13,59% del total de angiospermas, siendo *Quercus* mucho más escaso (4,87%). Los géneros *Carya* y *Pterocarya* son los mejor representados de la familia Juglandaceae (1,48% y 1,28% del total de angiospermas respectivamente).

En el total de los palinomorfos hallados, se observa un dominio numérico de los arbóreos frente a los no arbóreos (91,787% de AP frente a 8,213% de NAP). Si eliminamos esporas y Pinaceae, obtenemos la siguiente proporción: 90,40% de AP frente a 9,60% de NAP (Fig. 112).

Desde un punto de vista paleobiológico y tafonómico, sin considerar a esporas y Pinaceae, encontramos los siguientes porcentajes (Fig. 112):

Démicas autóctonas = 0,34% (acuáticas)

Démicas alóctonas = 61% (ripícolas)

Adémicas alóctonas = 38,66% (terrícolas)

En los dos últimos grupos el porcentaje de elementos arbóreos es muy superior al de herbáceos, siendo entre las démicas alóctonas de casi un 100% (démicas alóctonas: AP = 99,33%, NAP = 0,77%; adémicas alóctonas: AP = 77,51%, NAP = 22,49%) (Fig. 112).

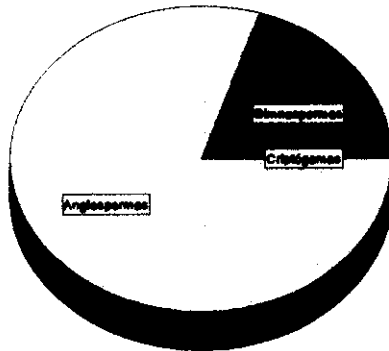
- **Macroflora:** se han colectado muy pocos ejemplares: *Equisetum* sp., *Trapa ceretana* y restos foliares indeterminables de dicotiledóneas.

Resultados

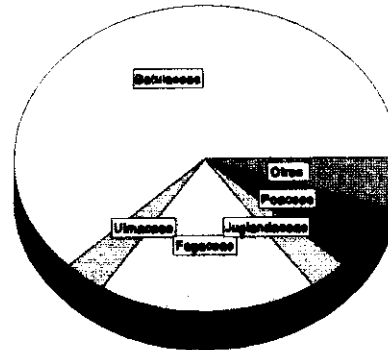
Los datos obtenidos indican una sobrerrepresentación de *Alnus*, dado su carácter

Carretera de Bellver de Cerdanya a Pi

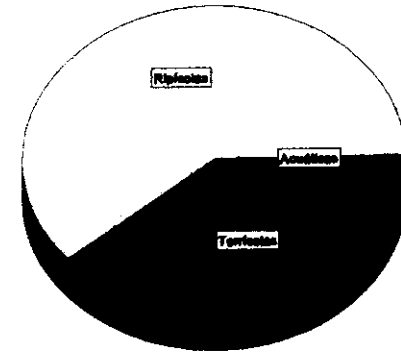
Grupos vegetales



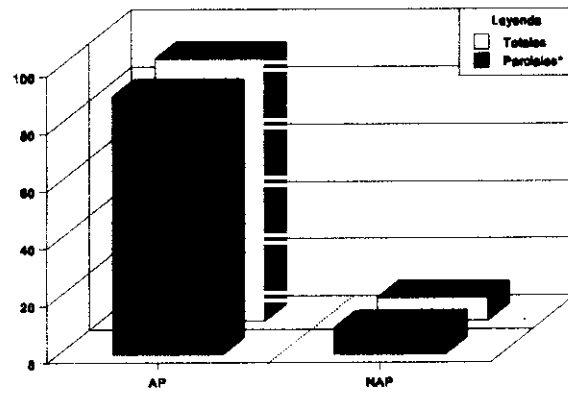
Angiospermas



Hábitat



AP/NAP



Hábitat/Hábito

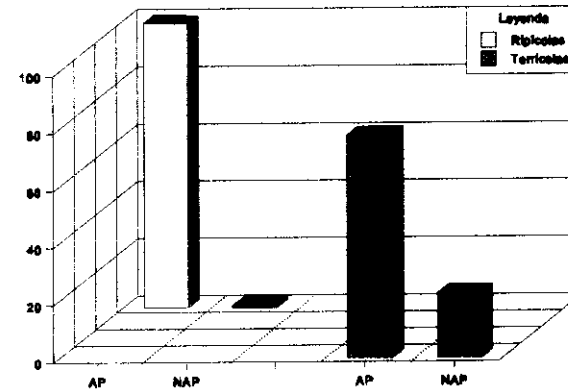


Fig. 112

anemófilo y hábitat ribereño. El segundo taxón con más presencia es *Pinus*, género que debió poblar la zona, aunque su presencia seguramente se redujo a zonas montañosas, ya que también predomina numéricamente *Fagus*. Éste, por un lado produce mucho menos polen que *Pinus*, y por otro presenta una dispersión polínica mucho menor. Por estas dos razones suponemos que el ecosistema predominante en la zona, durante la formación de este afloramiento, fue el hayedo. Las plantas herbáceas con más alta presencia en estos sedimentos son las Poaceae que pudieron formar parte tanto de comunidades ribereñas como de céspedes de formaciones forestales.

Los valores de diversidad, son según el índice de Simpson, altos y según el de Shannon, medios. La equitabilidad también es media, luego no parece que un sólo taxón tenga predominancia numérica en nuestras asociaciones.

El carácter boscoso de la zona está verificado por el alto porcentaje que presentan las AP frente a las NAP, aproximadamente un 90%, tanto si consideran la totalidad de los palinomorfos, como si no contabilizan ni esporas ni Pinaceae (Fig. 112).

Si se analizan los taxones desde un punto de vista paleobiológico y tafonómico, predominan numéricamente las plantas démicas alóctonas de una forma clara a causa de la sobrerrepresentación de *Alnus*, lo que puede ser debido la proximidad de la orilla del lago. Los taxones ribereños arbóreos destacan por llegar casi al 100% frente a los herbáceos (Fig. 112). Debieron formarse pequeños bosques en zonas pantanosas y riberas en donde se integrarían además de *Alnus*, *Carya*, *Pterocarya*, *Salix* y seguramente *Myrica* y Taxodiaceae. El componente herbáceo de estas comunidades se encontraría formado por Sparganiaceae-Typhaceae y quizás por Poaceae.

Las adémicas alóctonas arbóreas también tienen un porcentaje preponderante (77,5%) frente a las herbáceas (Fig. 112). Además de *Fagus*, hay que reseñar *Quercus*, *Ulmus-Zelkova*, *Betula* y *Corylus*, que debían formar bosquetes o aparecer como acompañantes de los hayedos. Otros taxones acompañantes de los bosques de la zona que aparecen de una forma puntual debido a su comportamiento entomófilo son: *Tilia*, *Cornus*, *Acer*, etc...

Las plantas acuáticas (démicas autóctonas) están escasamente representadas en este yacimiento por *Myriophyllum*, *Trapa ceretana* y *Potamogeton*.

Algunos de los taxones identificados pudieron no vivir en la zona de estudio y sus granos de polen haber sido arrastrados hasta ella por vientos. Entre estos se podrían mencionar los tipos *Sequoia* y *Liquidambar*.

La riqueza polínica de este yacimiento no es muy alta con respecto a otros afloramientos estudiados, aunque no podemos dar una razón precisa acerca del porqué de este bajo nivel. Quizás sea debido a una destrucción de los palinomorfos durante la fosilización.

Este afloramiento correlaciona de forma separada con los de Oliá, Riu de Santa María y Beders (Fig. 116, pág. 602). La causa de este agrupamiento podría ser debida a la elevada proporción de angiospermas arbóreas que también abundan en los afloramientos anteriormente mencionados. El conjunto de estas angiospermas arbóreas indica condiciones húmedas y templadas. Esto último se confirma dado que la mayoría de los taxones determinados son meso/microtérminos.

En resumen, durante la formación de los sedimentos de este afloramiento, debieron darse en la zona unas condiciones de humedad propicias a la instalación de bosques planfolios en donde *Fagus* era el componente principal. Las asociaciones boscosas ribereñas también tuvieron un importante desarrollo. Parece que el clima fue de tipo templado.

7.2.11. SANTA EUGENIA

En este afloramiento se tomaron muestras para realizar análisis polínicos que fueron estériles. Asimismo, se recogieron algunos restos vegetales macroscópicos, ya que el yacimiento no es muy rico en fósiles, preservados siempre en forma de impresión. Los taxones determinados fueron los siguientes: *Alnus occidentalis*, *Fagus gussonii*, *Fagus pristina* y Lauraceae indet.

7.3. OTRAS LOCALIDADES

En las colecciones consultadas algunos de los ejemplares estudiados presentan una localidad de colecta que no ha podido ser ubicada, bien porque ya no existe o bien porque los datos de su situación son imprecisos. Este es el caso de los afloramientos que mencionamos a continuación:

-Alp: se supone ubicado en las inmediaciones o en el término municipal de esta localidad, pero no ha sido hallado por nosotros. Quizás no exista en la actualidad. En él J. Menéndez Amor y J. F. Villalta colectaron los siguientes taxones: *Persea princeps*, *Myrica lignitum*, cf. *Castanea* sp., *Alnus occidentalis*, *Trapa ceretana*, *Acer pyrenaicum* y restos foliares de dicotiledóneas indeterminables. En la actualidad, los ejemplares recogidos en esta localidad se pueden consultar en el Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC) y en el

Museo de Geología de Barcelona.

-Bor: este afloramiento pudiera ser el del camino de Balltarga a Bor (aldea cercana a Beders), sin embargo no se puede afirmar con seguridad ya que en este camino hay varios yacimientos a los que no se puede acceder a causa de la vegetación espinosa que crece sobre ellos. Los restos vegetales estudiados fueron colectados por J. Menendez Amor y se pueden consultar en el Museo Nacional de ciencias Naturales (CSIC), agrupándose en las siguientes especies: *Glyptostrobus europaeus*, *Juniperus* sp., *Fagus gussonii*, *Fagus pristina*, *Quercus hispanica*, *Quercus mediterranea*, *Alnus occidentalis* y restos foliares de dicotiledóneas indeterminables.

-Can Pilbre: suponemos que se encontraba en los alrededores de Can Piltre, casa cercana a Santa Eugenia, como expresan VILLALTA & CRUSAFONT (1945). Sin embargo, MENÉNDEZ AMOR (1955) lo localiza en las cercanías de Coll de Saig. No hemos hallado ningún vestigio de él en ninguno de los dos lugares mencionados. Los ejemplares determinados por nosotros procedentes de este afloramiento fueron colectadas por J. Menéndez Amor y por J. F. Villalta , y son: *Osmunda parschlugiana*, *Laurophyllum* sp., Lauraceae, *Zelkova zelkovaefolia*, *Myrica lignitum*, *Fagus pristina*, *Quercus drymeja*, *Quercus hispanica*, *Alnus occidentalis*, *Tilia vidalii*, leguminosa tipo 2, *Acer integerrimum*, *Acer pyrenaicum* (a partir de sámaras), *Fraxinus numana* (hojas) y restos foliares de dicotiledóneas indeterminables. Los ejemplares recogidos en este yacimientos se encuentran depositados en el Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC) y en el Museo de Geología de Barcelona.

-Das: posiblemente se encontraba en la inmediaciones del pueblo o en su término municipal. No hemos hallado ningún afloramiento en esta localidad, aunque de aquí procede un pequeño conjunto de restos foliares determinados como: *Myrica lignitum*, *Fagus gussonii*, *Quercus hispanica*, *Acer pyrenaicum* y *Potamogeton orbiculare*. Todos ellos fueron colectados por J. Menéndez Amor y se encuentran depositados en el Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC).

-Pedró: se debía encontrar en los alrededores de la localidad de Pedrá, no hemos sido capaces de encontrarlo y pensamos que no existe en la actualidad debido a la proliferación de edificaciones en esta aldea. Hay depositados en diferentes museos un buen número de ejemplares procedentes de este yacimiento. Las especies reconocidas son: Pinaceae (piñón tipo 2), *Laurophyllum* sp., *Persea princeps*, *Zelkova zelkovaefolia*, *Myrica lignitum*, cf. *Castanea* sp., *Fagus gussonii*, *Fagus pristina*, *Fagus* sp. (hojas), *Quercus hispanica*, *Alnus*

occidentalis (hojas y amentos ♂), *Salix* sp., *Acer pyrenaicum*, dicotiledónea tipo 1, *Potamogeton orbiculare* y Commelinidae. Los ejemplares estudiados están integrados en las colecciones del Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC), del Museo de Geología de Barcelona, y de la colección particular del señor J. Lladó Fuster.

-Prats: puede que se hallara en los alrededores de la localidad de Prats, que fuera el mismo afloramiento estudiado por nosotros, o que este nombre se refiera a Coll de Saig, ya que este último afloramiento se encuentra en su Término Municipal. Las especies reconocidas son: *Myrica lignitum*, *Quercus drymeja*, leguminosa tipo 2 y restos indeterminables de dicotiledóneas. Fósiles procentes de esta localidad se pueden estudiar en la colección J. F. Villalta del Museo de Geología de Barcelona.

-Rio de Piedra: quizás se refieran al del torrente de la Bavosa, ya que está cercano a la aldea de Pedrá. Con esta localidad existe un único resto de Juglandaceae de la colección J. F. Villalta del Museo de Geología de Barcelona..

-Santa Eugenia: se trata del afloramiento descrito por CARAZO & VILORIA (1946), que en la actualidad no existe ya que ha sido cubierto por la vegetación de la zona. Las especies procedentes de este afloramiento que han sido determinadas son: *Zelkova zelkovaefolia*, *Myrica lignitum*, *Fagus pristina*, *Quercus hispanica*, *Quercus mediterranea*, *Acer integerrimum*, *Acer subcampestre* y restos foliares de dicotiledóneas indeterminables.

Los ejemplares estudiados fueron colectados en su mayoría por los autores anteriormente mencionados, encontrándose depositados en el Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC), Museo de Geología de Barcelona y Museo del Seminario de Barcelona.

-Terra Negra: desconocemos por completo dónde se ubicaría este afloramiento, de él proceden unos escasos restos foliares asignables a las especies: *Quercus mediterranea*, *Alnus occidentalis* y *Acer integerrimum*, que se encuentran depositados en el Museo Geominero y el Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC).

8. DISCUSIÓN

Tras la reconstrucción de las asociaciones de plantas registradas en los distintos afloramientos de la Cerdaña, se puede observar que, en mayor o menor grado, el número de taxones varía de una localidad a otra, y dentro de un mismo afloramiento, de uno a otro nivel. Fundamentalmente consideramos que esto se debe a factores de tipo tafonómico y/o paleoecológico, como ya hemos mencionado anteriormente. El fin último que se persigue en este capítulo es la reconstrucción de la vegetación que existió en la Cerdaña durante el Mioceno Superior.

8.1. Datos aportados por los palinomorfos (Fig. 113)

Ya hemos mencionado en el capítulo en el cual aparecen descritas las asociaciones registradas que, en la mayoría de los afloramientos estudiados, abundan las plantas anemófilas frente a entomófilas e hidrófilas. Las especies entomófilas se encuentran en mayor número en los afloramientos que tienen alta diversidad, aunque no en todos. Destaquemos el de Beders y los niveles G de la mina de Sanavastre, TV3 del torrente de Vilella y BS6 del barranco de Salanca.

Los taxones hidrófilos, representados por plantas acuáticas y esporas, tienen mayor profusión en algunos niveles de la mina de Sanavastre, vertedero de Sampsor y Can Vilella, a causa de un problema de índole tafonómica.

Si se estima la totalidad de los taxones determinados a partir de granos de polen, se obtienen las siguientes proporciones:

* Hidrófilos:	10%
* Anemófilos:	35%
* Entomófilos:	50%
* Anemófilos + Entomófilos:	5%

Se destaca la proporción elevada de taxones entomófilos que es mayor en conjunto que el resto. Sin embargo, salvo en las excepciones ya mencionadas, los granos de polen anemófilos suelen dominar numéricamente en las asociaciones registradas, lo que es debido a un problema tafonómico, ya que son producidos en mayor cantidad y más fácilmente dispersables que los entomófilos. Sin embargo, en la zona de estudio debieron existir gran número de taxones entomófilos entre los que se encontrarían arbustos (p. e. *Viburnum*, *Cornus*, *Ilex*, etc...), y plantas herbáceas (Asteraceae, Lamiaceae, Caryophyllaceae, Ranunculaceae, entre otras). Además, aunque aparecen de forma escasa palinomorfos de

árboles entomófilos, estos seguramente tuvieron gran importancia en las masas forestales de la Cerdaña, como *Acer*. Debemos concluir diciendo que entre todos los palinomorfos estudiados, los entomófilos fueron los que sin lugar a dudas habitaron la Cerdaña durante el Mioceno Superior.

Otra de las situaciones que podría influir en el análisis de la vegetación, es el desarrollo de la floración de las distintas plantas que habitaron la zona. Según ANDERSEN (1980), los géneros *Betula*, *Alnus*, *Quercus* y *Fagus* presentan distintos patrones bianuales que además, se interrumpen dando lugar a años con alta floración seguidos por períodos fallidos.

Es posible que los porcentajes calculados reflejaran el estado fisiológico de la flora, y no la estructura de la vegetación. Sin embargo, los datos obtenidos no permiten solucionar problemas de este tipo.

Por otra parte, todas las plantas tienen una diferente producción polínica. Así, FAEGRI & IVERSEN (1989), explican que la presencia en una preparación de un 33% de polen de *Pinus*, un 33% de *Quercus* y un 33% de *Fagus*, realmente equivale a la presencia en la vegetación de un 5% de *Pinus*, un 35% de *Quercus* y un 60% de *Fagus*. Luego parece que un mayor o menor porcentaje en el diagrama no indica que un taxón en concreto se hallara mejor representado en la zona. Sin embargo, debemos señalar que estos datos de FAEGRI & IVERSEN (1989) han sido obtenidos a partir de plantas actuales y que las terciarias pudieron no haber desarrollado este tipo de problema durante su floración.

Considerando las cifras de productividad polínica y correspondencia en la vegetación de *Quercus* y *Fagus*, señalados por FAEGRI & IVERSEN (1989), y sin tomarlo como un hecho definitivo para la flora ceretana ya que se han realizado en flora actual, se observa que en los afloramientos de Beders, camino al Serrat de Nas, camino de Balltarga a Bor, torrente de la Bavosa, Prats, barranco de Salanca, Coll de Saig y torrente de Vilella (exceptuando el nivel TV5), *Quercus* presenta porcentajes no muy superiores a los de *Fagus*. Si tenemos en cuenta lo expuesto anteriormente, *Fagus* debió tener mayor importancia en la vegetación que la indicada por los diagramas polínicos.

Se puede hablar de una supremacía de *Fagus* sobre *Quercus* en las minas de Sanavastre y Sampsor y en el Riu de Santa María, ya que el primer género domina numéricamente sobre el segundo.

En el nivel TV5 del Torrente de Vilella, y en los afloramientos de San Salvador, Oliá

y Can Vilella, los porcentajes de *Quercus* son mucho más elevados que los de *Fagus*, lo que quizás indica un mayor desarrollo de robledales y encinares.

Debemos volver a señalar que en todas las asociaciones estudiadas se ha observado sobrerrepresentación de algún taxón, siendo éste, en gran parte de los casos, anemófilo. Entre estos son dignos de ser mencionados:

- * - Pináceas, fundamentalmente el género *Pinus*, que presentan altos porcentajes en casi todos los afloramientos estudiados. La dispersión de su polen tiene una mayor facilidad a causa de la presencia en la exina de sacos aéreos. Como ya hemos indicado, pensamos que *Pinus* debió poseer una buena representación en la zona ya que en algunos afloramientos se han colectado restos macroscópicos. Pudiera ser que las coníferas tuvieran gran profusión en las "uplands" puestas de manifiesto por PFEFFERKORN (1980).

- * - *Alnus* que no sólo tienen las características de alta productividad polínica y anemofilia, sino que usualmente habita en riberas y zonas pantanosas por lo que sus granos tienen una gran probabilidad de caer al agua y ser arrastrados a la zona de fosilización.

- * - Poaceae y Sparganiaceae-Typhaceae, presentan la misma problemática que *Alnus*, ya que posiblemente formaron cañaverales o carrizales en zonas inundadas. Los porcentajes de Sparganiaceae-Typhaceae son destacables en la mina de Sanavastre.

- * - Ya que se encuentran sobrerrepresentadas en materiales de facies de abanicos aluviales, debemos mencionar también las esporas. En los de fondo de lago, la presencia de éstas es muy escasa. Entre los esporomorfos, por su cantidad, hay que destacar *Laevigatosporites* y Osmundaceae. Las esporas, a diferencia de los palinomorfos ya mencionados, tienen una dispersión de tipo hidrófilo. Además, no suelen ser arrastradas a grandes distancias, por lo que su elevado número parece indicar autoctonía. Seguramente los helechos que producían estas esporas se encontraban en gran número poblando zonas próximas a la de fosilización.

Al considerar la totalidad de los palinomorfos encontrados, un 55% de los taxones son arbóreos frente a un 45% no arbóreos. El mayor porcentaje de taxones arbóreos se debe también a un problema tafonómico, ya que su polen, como ya hemos explicado, posee mayor capacidad de ser transportado y depositado en un medio acuático que el de las plantas herbáceas.

Si se agrupan los taxones descritos, desde un punto de vista paleobiológico y tafonómico, se obtienen los siguientes tantos por ciento:

Démicos autóctonos: 5%
Démicos alóctonos: 15%
Adémicos alóctonos: 73%

Hay que indicar que estos porcentajes no suman 100 porque hay taxones como Ranunculaceae que no se han estimado ya que sus especies pudieran haber formado parte de los tres tipos.

En esta memoria se han dividido estos tres grupos, sin considerar ni las esporas ni las Pinaceae, según su hábitat y hábito. El resultado obtenido ha sido:

* El conjunto de los taxones démicos autóctonos corresponde con el grupo de las plantas acuáticas y que son siempre de tipo herbáceo.

* Los taxones démicos alóctonos coinciden con las plantas que habitan en zonas pantanosas y riberas, y parece que el biótipo arbóreo predominaba en estos ecosistemas salvo en algunos períodos. Estos se ponen de manifiesto al analizar varios niveles de las minas de Sanavastre y Sampsor, en donde el componente herbáceo es mayoritario. Como ya hemos comentado, este aumento de taxones herbáceos pudiera estar relacionado con una extensión de las zonas pantanosas.

* En el grupo de los adémicos alóctonos, donde se incluyen plantas que no necesitan vivir en contacto permanente con el agua, también predomina el hábito arbóreo. Sin embargo, hay que destacar que en ciertos momentos, representados en los niveles de la mina de Sampsor, camino al Serrat de Nas y Can Vilella, el componente herbáceo dominó sobre el arbóreo. Además, en este grupo hemos incluido a un conjunto de taxones que probablemente no existieron en la zona de estudio, como *Platanus*, *Liquidambar*, cf. *Cycadaceae*, etc... Posiblemente en su lugar de origen plantas como *Liquidambar* fueron propias de ribera, aunque, en este trabajo se reúnen con el conjunto de plantas terrícolas debido a su aloctonía.

Teniendo en consideración el efecto Neves (CHALONER & MUIR, 1968), ya explicado en el apartado de Tafonomía, si observamos los resultados obtenidos en el capítulo de análisis de las asociaciones registradas, en algunos pocos casos, y siempre en materiales de facies de abanicos aluviales, tienen relevancia los porcentajes de taxones acuáticos (démicos autóctonos), como por ejemplo en el nivel 7 de la mina de Sampsor. Esto es debido a que los sedimentos de esta zona fueron depositados en la cercanía de riberas. Por esta misma razón se podría explicar la abundancia de esporas en las dos minas estudiadas y en las localidades del vertedero de Sampsor y Can Vilella.

Fig. 113

TAXONES	Dispersión	Hábito	Taonomía y ecología	Geoflora	Requerimientos térmicos
Marchantiales	Hidrófila	NAP	Autóctono démico	?	Pluri
<i>Lycopodium</i>	Hidrófila	NAP	Alóctono adémico	?	Pluri
Osmundaceae	Hidrófila	NAP	Alóctono démico?	Arctoterciaria?	Pluri
tipo <i>Polypodium</i>	Hidrófila	NAP	Alóctono adémico?	?	Pluri
<i>Polypodisporites fatus</i>	Hidrófila	NAP	?	?	?
<i>Laevigatosporites</i>	Hidrófila	NAP	?	?	?
<i>Converrucosporites</i>	Hidrófila	NAP	?	?	?
<i>Polypodiaceosporites</i>	Hidrófila	NAP	?	?	?
<i>Leiotriletes</i>	Hidrófila	NAP	?	?	?
Cf. Cycadaceae	Anemófila	AP	Alóctono adémico	Paleotropical	Mega/meso
<i>Sciadopitys</i>	Anemófila	AP	Alóctono adémico	Arctoterciaria	Meso
tipo <i>Sequoia</i>	Anemófila	AP	Alóctono adémico	Arctoterciaria	Meso
tipo <i>Taxodium</i>	Anemófila	AP	Alóctono démico	Arctoterciaria	Meso
Cupressaceae	Anemófila	AP	Alóctono adémico	?	Pluri
<i>Abies</i>	Anemófila	AP	Alóctono adémico	Arctoterciaria	Meso/micro y micro
<i>Cathaya</i>	Anemófila	AP	Alóctono adémico	?	Meso
<i>Cedrus</i>	Anemófila	AP	Alóctono adémico	?	Meso
<i>Picea</i>	Anemófila	AP	Alóctono adémico	Arctoterciaria	Meso/micro y micro
<i>Pinus</i>	Anemófila	AP	Alóctono adémico	Arctoterciaria	Pluri
<i>Tsuga</i>	Anemófila	AP	Alóctono adémico	Arctoterciaria	Meso/micro y micro
<i>Ephedra</i>	Anemófila	AP	Alóctono adémico	?	Meso
Nymphaeaceae	Entomófila	NAP	Autóctono démico	Pluri	Pluri
Berberidaceae	Entomófila	AP	Alóctono adémico	?	Meso/micro
Ranunculaceae	Entomófila	NAP	?	Arctoterciaria?	Pluri
<i>Platanus</i>	Anemófila	AP	Alóctono adémico	Arctoterciaria	Meso
<i>Liquidambar</i>	Anemófila	AP	Alóctono adémico	Arctoterciaria	Meso
cf. <i>Parrotia</i>	Entomófila y anemófila	AP	Alóctono adémico	Arctoterciaria	Meso
<i>Celtis</i>	Anemófila	AP	Alóctono adémico	?	Mega/meso

Fig. 113 (Continuación)

TAXONES	Dispersión	Hábito	Taonomía y ecología	Geoflora	Requerimientos térmicos
<i>Ulmus-Zelkova</i>	Anemófila	AP	Alóctonoadémico	Arctoterciaria	Meso y meso/micro
<i>Carya</i>	Anemófila	AP	Alóctonoadémico	Arctoterciaria	Meso
<i>Engelhardia</i>	Anemófila	AP	Alóctonoadémico	?	Meso
<i>Juglans</i>	Anemófila	AP	Alóctonoadémico	Arctoterciaria	Meso
<i>Platycarya</i>	Entomófila	AP	Alóctonoadémico	?	Meso
<i>Pterocarya</i>	Anemófila	AP	Alóctonoadémico	Arctoterciaria	Meso
<i>Myrica</i>	Anemófila	AP	Alóctonoadémico?	Paleotropical	Meso
<i>Fagus</i>	Anemófila	AP	Alóctonoadémico	Arctoterciaria	Meso/micro
<i>Quercus</i>	Anemófila	AP	Alóctonoadémico	Arctoterciaria y Paleotropical	Meso y Meso/micro
<i>Alnus</i>	Anemófila	AP	Alóctonoadémico	Arctoterciaria	Meso/micro y micro
<i>Betula</i>	Anemófila	AP	Alóctonoadémico	Arctoterciaria	Meso/micro y micro
<i>Corylus</i>	Anemófila	AP	Alóctonoadémico	Arctoterciaria	Meso/micro
<i>Carpinus</i>	Anemófila	AP	Alóctonoadémico	Arctoterciaria	Meso/micro
Amaranthaceae-Chenopodiaceae	Entomófila	NAP	Alóctonoadémico	?	Pluri
Caryophyllaceae	Entomófila	NAP	Alóctonoadémico	?	Pluri
<i>Polygonum</i>	Entomófila	NAP	Autóctonoadémico	?	Meso/micro
<i>Tilia</i>	Entomófila	AP	Alóctonoadémico	Arctoterciaria	Meso/micro
Droseraceae	Entomófila	NAP	Alóctonoadémico?	?	Pluri
<i>Cistus</i>	Entomófila	NAP	Alóctonoadémico	Paleotropical?	Meso
<i>Helianthemum</i>	Entomófila	NAP	Alóctonoadémico	Paleotropical?	Meso
Cistaceae	Entomófila	NAP	Alóctonoadémico	Paleotropical?	Meso
<i>Salix</i>	Entomófila y anemófila	AP	Alóctonoadémico	Arctoterciaria	Meso/micro
Clethraceae-Cyrillaceae	Entomófila	AP	Alóctonoadémico	Paleotropical	Meso
Ericaceae	Entomófila	AP	Alóctonoadémico	?	Pluri
Sapotaceae	Entomófila	AP	Alóctonoadémico	Paleotropical	Mega y mega/meso

Fig. 113 (Continuación)

TAXONES	Dispersión	Hábito	Tafonomía y ecología	Geoflora	Requerimientos térmicos
<i>Primula</i>	Entomófila	NAP	Alóctono adémico	Arctoterciaria	Micro
Rosaceae	Entomófila	AP?	Alóctono adémico	?	Pluri
<i>Acacia</i>	Entomófila	AP	Alóctono adémico	Paleotropical	Mega/meso
tipo <i>Robinia</i>	Entomófila	AP	Alóctono adémico	?	Meso/micro
tipo <i>Ononis</i>	Entomófila	NAP	Alóctono adémico	?	Pluri
<i>Elaeagnus</i>	Entomófila	AP	Alóctono adémico	Paleotropical	Meso
<i>Myriophyllum</i>	Anemófila	NAP	Autóctono démico	Pluri	Pluri
Thymelaeaceae	Entomófila	NAP	Alóctono adémico	Paleotropical?	Meso
<i>Trapa</i>	Hidrófila	NAP	Autóctono démico	Pluri	Pluri
<i>Epilobium</i>	Entomófila	NAP	Alóctono démico?	?	Pluri
<i>Nyssa</i>	Entomófila y anemófila	AP	Alóctono adémico?	?	Mega/meso
<i>Cornus</i>	Entomófila	AP	Alóctono adémico	Arctoterciaria	Meso/micro
Viscaceae	Entomófila	NAP	Alóctono adémico	Pluri	Pluri
<i>Hex</i>	Entomófila	AP	Alóctono adémico	Paleotropical	Meso
<i>Buxus</i>	Entomófila y anemófila	AP	Alóctono adémico	Paleotropical?	Meso
<i>Euphorbia</i>	Entomófila	NAP	Alóctono adémico	?	Pluri
<i>Frangula</i>	Entomófila	AP	Alóctono adémico	Arctoterciaria?	Micro
<i>Rhamnus</i>	Entomófila	AP	Alóctono adémico	?	Meso
<i>Parthenocissus</i>	Entomófila	AP	Alóctono adémico	Arctoterciaria?	Meso
<i>Linum</i>	Entomófila	NAP	Alóctono adémico	?	Meso/micro
<i>Acer</i>	Entomófila	AP	Alóctono adémico	Arctoterciaria	Meso/micro
<i>Geranium</i>	Entomófila	NAP	Alóctono adémico	?	Meso/micro
<i>Hedera</i>	Entomófila	AP	Alóctono adémico	Paleotropical?	Meso/micro
Apiaceae	Entomófila	NAP	Alóctono adémico	?	Pluri
<i>Convolvulus</i>	Entomófila	NAP	Alóctono adémico	?	Meso/micro
<i>Echium</i>	Entomófila	NAP	Alóctono adémico	?	Meso y meso/micro

Fig. 113 (Continuación)

TAXONES	Dispersión	Hábito	Tafonomía y ecología	Geoflora	Requerimientos térmicos
<i>Phlomis</i>	Entomófila	NAP	Alóctono adémico	?	Meso
Lamiaceae	Entomófila	NAP	Alóctono adémico	?	Pluri
<i>Fraxinus</i>	Anemófila	AP	Alóctono démico	Arctoterciaria	Meso y meso/micro
<i>Ligustrum</i>	Entomófila	AP	Alóctono adémico	Paleotropical?	Mega/meso y meso
<i>Olea</i>	Entomófilo y anemófilo	AP	Alóctono adémico	Paleotropical	Mega/meso
<i>Phyllirea</i>	Entomófila	AP	Alóctono adémico	Paleotropical	Meso
Rubiaceae	Entomófila	NAP	Alóctono adémico	?	Pluri
<i>Lonicera</i>	Entomófila	AP	Alóctono adémico	?	Meso
<i>Sambucus</i>	Entomófila	AP	Alóctono démico	Arctoterciaria?	Meso/micro
<i>Viburnum</i>	Entomófila	AP	Alóctono adémico	?	Meso
<i>Valeriana</i>	Entomófila	NAP	Alóctono adémico	?	Pluri
<i>Scabiosa</i>	Entomófila	NAP	Alóctono adémico	?	Meso/micro
Asteraceae liguliflorae	Entomófila	NAP	Alóctono adémico	?	Pluri
Asteraceae tubuliflorae	Entomófila	NAP	Alóctono adémico	?	Pluri
<i>Potamogeton</i>	Anemófila	NAP	Autóctono démico	Pluri	Pluri
Arecaceae	Anemófila	AP	Alóctono adémico	Paleotropical	Mega/meso
Cyperaceae	Anemófila	NAP	Alóctono démico	Pluri	Pluri
Poaceae	Anemófila	NAP	Alóctono adémico y démico	Pluri	Pluri
<i>Typha</i>	Anemófila	NAP	Alóctono démico	Pluri	Pluri
Sparganiaceae-Typhaceae	Anemófila	NAP	Alóctono démico	Pluri	Pluri
Liliaceae	Entomófila	NAP	Alóctono démico	Pluri	Pluri

Sin tener en cuenta las proporciones de esporas y polen de Pinaceae, los taxones démicos alóctonos (ripícolas) predominan en varios de los niveles de las minas de Sampsor y Sanavastre, camino del Serrat de Nas y Can Vilella. En algunas localidades correspondientes a facies lacustres profundas también son reseñables los tantos por ciento de plantas ripícolas; tal es el caso de San Salvador, Riu de Santa María y el camino de Bellver de Cerdanya a Pi, con muy altos porcentajes de *Alnus*; también, debemos considerar, si bien con valores menores, las de Prats, camino de Balltarga a Bor y la muestra TV5 del torrente de Vilella. Los elevados porcentajes de plantas ribereñas pudieran ser debidos por una parte, a que los palinomorfos de éstas tuvieron mayor facilidad para que sus granos cayeran en el medio acuático y fueran arrastrados hasta la zona de fosilización; y por otra, a una mayor o menor cercanía a las orillas. Si tenemos en cuenta este último dato, es posible que las localidades con materiales correspondientes a abanicos aluviales fueran las más próximas a las orillas, existiendo entre las de facies lacustres profundas toda una gradación, de forma que los afloramientos de San Salvador, Riu de Santa María y camino de Bellver de Cerdanya a Pi se encontrarían en una zona más cercana a la orilla que el resto de las localidades de fondo de lago. En el caso de San Salvador y Riu de Santa María, parece que esto se encuentra ratificado por el buen número de ejemplares atribuibles a *Alnus occidentalis* que se han colectado.

Las localidades que poseen materiales de facies profundas de lago usualmente tienen una mayor cantidad de elementos terrícolas (adémicos alóctonos), ya que no se ven afectados por el efecto orilla que concentra los restos de las plantas ribereñas. En el caso de los afloramientos de fondo de lago hay que destacar siempre la baja cantidad de esporas halladas, lo que demuestra su escasa capacidad de dispersión. La diversidad de taxones herbáceos entomófilos es menor en el conjunto de los afloramientos de fondo de lago que en los de abanicos aluviales, quizás por las mismas razones que las aducidas en el caso de las esporas.

En resumen, los datos palinológicos indican que la Cerdaña fue una zona poblada por bosques, si exceptuamos algunos períodos de tiempo, reseñados en algunos niveles de los afloramientos de las minas de Sanavastre y Sampsor, camino al Serrat de Nas y Can Vilella. La presencia de formaciones forestales está corroborada de forma indirecta por la colecta de restos de mamíferos típicos de estos ecosistemas en la Unidad Neógena Inferior como *Progenetta* sp., *Tetralophodon longirostris* y *Chalicotherium grande*. La existencia de praderas o ecosistemas abiertos está señalada por la presencia de *Hipparion primienium*

catalaunicum en la Unidad Neógena Inferior, y por varias especies de roedores en la Unidad Neógena Superior señalada por AGUSTÍ & ROCA (1987).

Hemos tratado de unificar los datos conseguidos a partir de los valores de diversidad y equitabilidad calculados y expuestos en capítulos anteriores, aún a sabiendas que los datos que se obtienen son meramente indicativos, como ya hemos expuesto en el apartado de Paleoecología.

Los cifras obtenidas en el conjunto de las localidades correspondientes a facies de abanicos aluviales son heterogéneas. Los valores de diversidad son diferentes según el afloramiento estudiado, y dentro de cada afloramiento, varían en sus correspondientes niveles. No se ha observado una correspondencia de diversidad o equitabilidad entre niveles o muestras con litologías idénticas. Así, mientras que en algunos niveles correspondientes a lignitos la diversidad es baja (p. e. mina de Sanavastre, nivel A, Can Vilella, nivel CV5), en otros, también de lignitos, los valores calculados son medios o altos (p. e mina de Sanavastre, nivel D, vertedero de Sampsor, muestra 3). Lo mismo se puede comentar en el caso de los niveles de arenas. En el afloramiento del camino al Serrat de Nas, el nivel de arenas presenta una diversidad alta a diferencia de niveles de otros afloramientos como la mina de Sampsor (nivel 27), en donde la diversidad es muy baja.

Por su parte, la equitabilidad varía del mismo modo que los valores de diversidad, según la localidad estudiada. Sin embargo, casi nunca se obtienen valores muy altos de esta ya que siempre existen taxones sobrerrepresentados (*Pinus*, *Alnus*, *Osmundaceae*, *Laevigatosporites*, *Sparganiaceae*-*Typhaceae*, fundamentalmente).

Si analizamos los valores de diversidad y equitabilidad en el conjunto de las localidades correspondientes a facies profundas del lago obtenemos que son medios, siendo la equitabilidad media o media/baja. De forma excepcional los valores son altos en los afloramientos del Riu de Santa María, Beders, carretera de Bellver de Cerdanya a Pi y los niveles TV5 y BS5 del torrente de Vilella y barranco de Salanca, respectivamente, quizás debido a que la sobrerrepresentación de taxones como *Pinus* no es tan alta. El caso de los valores altos de diversidad del afloramiento de Beders es posible que se puedan explicar por la gran cantidad de taxones que se han determinado en sus sedimentos.

Como conclusión, debemos apuntar que, como se explica en el capítulo de Tafonomía, creemos que el tipo de litología debe tener efecto en una menor o mayor conservación de palinomorfos, aunque esto no se vea reflejado por los análisis de diversidad y equitabilidad.

Los datos de diversidad y equitabilidad obtenidos en las localidades de fondo de lago son sin embargo, más homogéneos quizás debido a que los palinomorfos sufrieron procesos tafonómicos similares que los que aparecen en sedimentos correspondientes a facies de abanicos aluviales. Por esta razón, es posible observar que la variación de diversidad y equitabilidad en los afloramientos de fondo de lago parece estar sujeta más claramente a variaciones ambientales.

Se ha realizado un análisis de correlación entre los diferentes niveles de Sanavastre y Sampsor obteniéndose un diagrama que más o menos segrega las dos minas por separado (Fig. 114).

Como datos disyuntos, se agrupa el nivel A de la mina de Sanavastre con los niveles 10 y 18 de la de Sampsor, los tres niveles corresponden a lignitos. Por las mismas razones, se segrega de forma separada el nivel D de Sanavastre. El nivel LL de esta última mina es el único, aparte de los niveles de lignitos ya mencionados, que correlaciona con los de la mina de Sampsor, en concreto con el 21. La correspondencia que existe entre los niveles mencionados de la mina de Sanavastre y los de la mina de Sampsor podría ser debida tanto a una sedimentación en el mismo momento como a una repetición de las condiciones ambientales o las tafonómicas en distintos períodos.

Como hemos explicado en el capítulo correspondiente, el primer autor que estudió desde un punto de vista palinológico sedimentos de las minas de Sampsor y Sanavastre fue BESSEDIK (1985), quien postulaba que la mina de Sampsor se encontraba estratigráficamente por encima de la de Sanavastre, pero no explicaba en base a qué.

Nosotros, desde un punto de vista paleobotánico, no encontramos ningún hecho que justifique lo expuesto por este autor, ya que los palinomorfos hallados en las dos minas no indican una mayor o menor antigüedad, y por el momento no se han encontrado otros fósiles que permitan datar con mayor exactitud los niveles de estas dos minas. Por otra parte, el análisis de correlación presenta una segregación de los niveles de las dos minas, pero no podemos asegurar que sea debido a un problema de índole estratigráfica.

Si correlacionamos todos los afloramientos de la Cerdaña que han proporcionado palinomorfos con las dos minas (Fig. 115), observamos que existe una separación de los afloramientos que presentan materiales de facies lacustres de fondo de lago y los que tienen materiales de abanicos aluviales. Esto también se pone de manifiesto si en la correlación no tenemos en cuenta los niveles de las dos minas (Fig. 116). Entre estos últimos debemos

reseñar las dos minas de lignitos y los afloramientos del vertedero de Sampsor, camino al Serrat de Nas y Can Vilella.

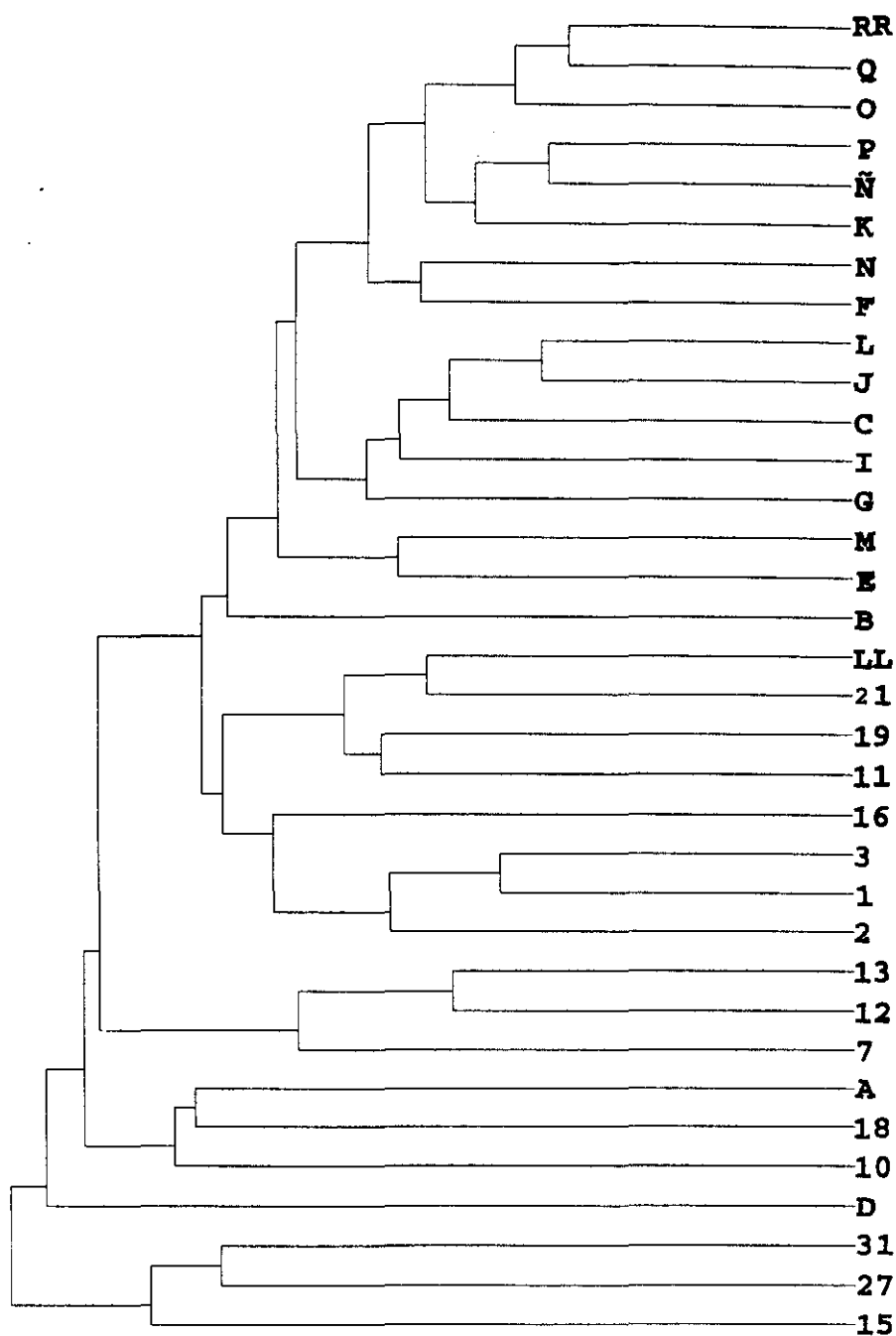


Fig. 114. Análisis de correlación de los niveles de las minas de Sanavastre y Sampsor.

Pensamos que esto es debido a un problema tafonómico ya que es posible que los granos de polen determinados en los afloramientos correspondientes a abanicos aluviales puedan reflejar unas características locales más marcadas que los de fondo de lago. Por ejemplo, en los

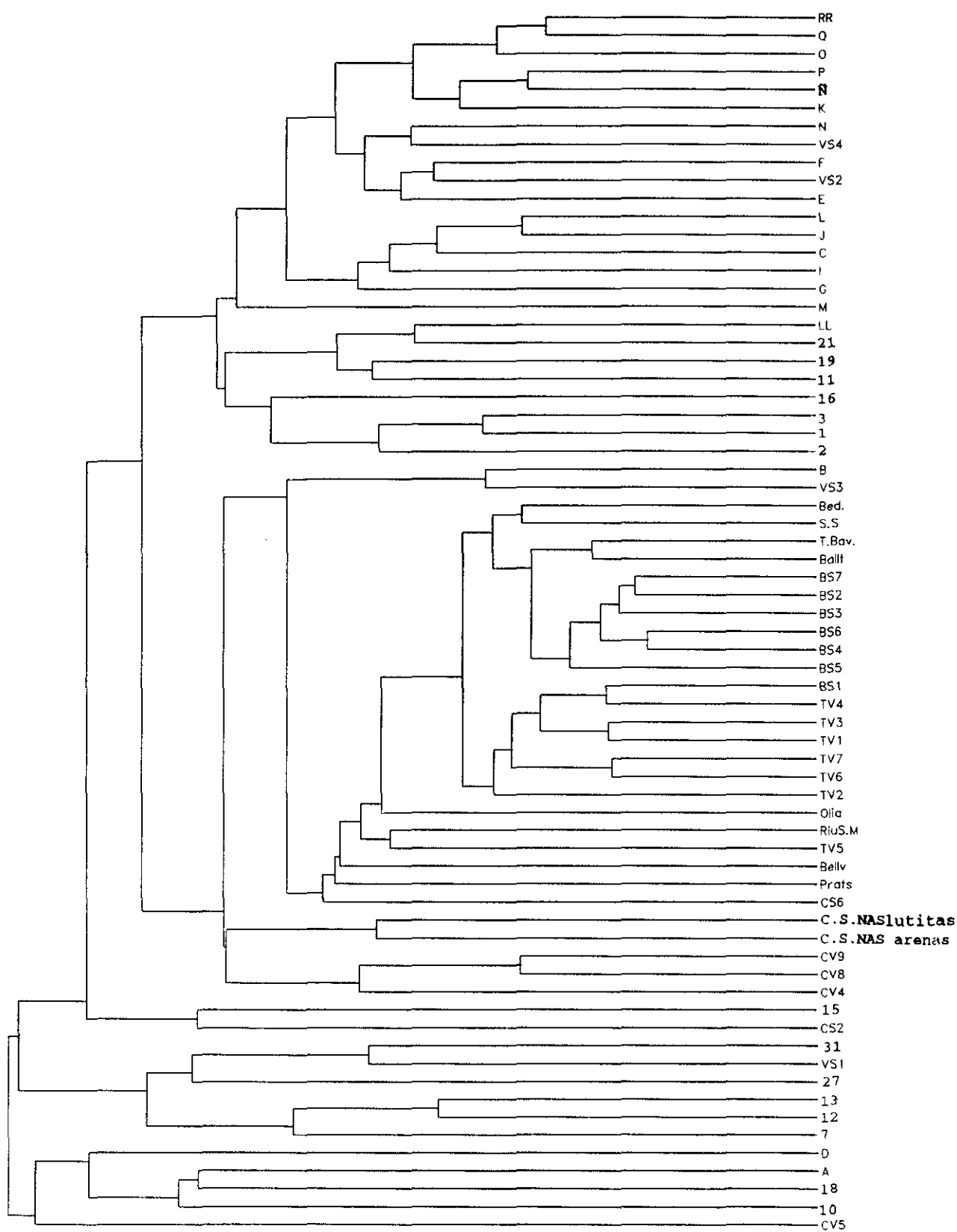


Fig. 115. Análisis de correlación de todos los afloramientos estudiados en esta Tesis.

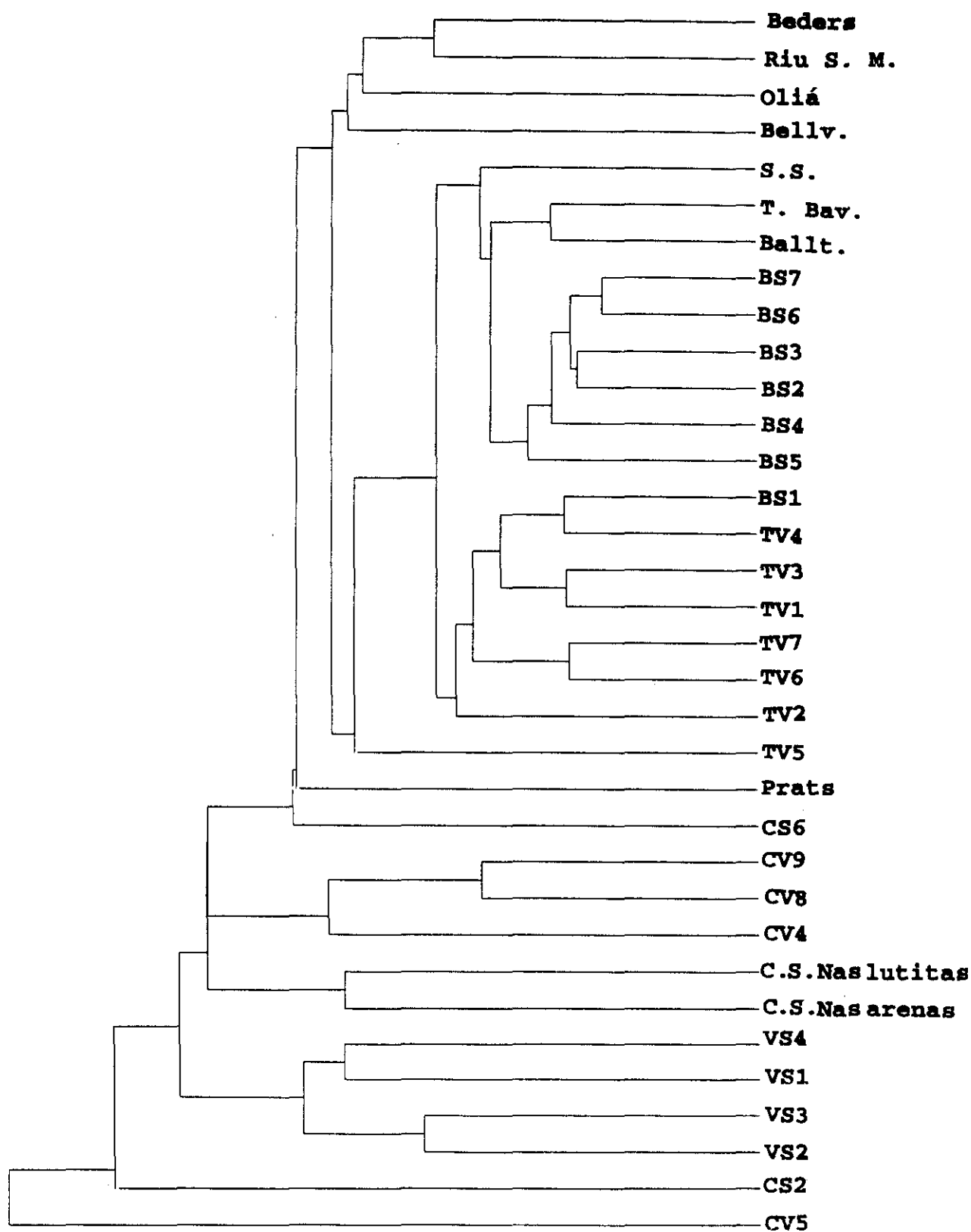


Fig. 116. Análisis de correlación de todos los afloramientos estudiados sin tener en cuenta las minas de Sanavastre y Sampsor.

afloramientos correspondientes a abanicos aluviales suelen aparecer sobrerrepresentadas gran cantidad de esporas pertenecientes a helechos, que seguramente habitarían en las proximidades de la zona. Lo mismo podríamos comentar a cerca de la sobrerrepresentación de *Alnus*, y de algunos niveles con porcentajes altos de Nymphaeaceae, *Ulmus-Zelkova*, Sparganiaceae-Typhaceae y Poaceae, que se encuentran en las minas de Sampsor y Sanavastre y en el vertedero de Sampsor. Posiblemente, estos tantos por cientos podrían ser debidos al efecto orilla, y nos reflejarían condiciones locales de los abanicos que quizás no deberían ser generalizados para toda la cuenca.

8.2. Datos aportados por los macrorrestos (Fig. 117)

El estudio de los macrorrestos vegetales procedentes de un afloramiento cuyos materiales corresponden a facies lacustres, siempre conlleva la presunción de que existe un sesgo de información que hace imposible relacionar la asociación fósil con la que realmente existió en la zona. A continuación vamos a resaltar los problemas tafonómicos más patentes que se ponen de manifiesto tras el estudio de las asociaciones registradas de macrorrestos de los afloramientos ceretanos:

a) Si se estima la totalidad de los taxones determinados, se observa que un 82,86% son arbóreos o arbustivos, mientras que únicamente un 14,28% corresponde a plantas herbáceas. La elevada proporción de elementos arbóreos frente a los herbáceos ya se había puesto de manifiesto al estudiar los afloramientos de Coll de Saig, camino de Balltarga a Bor, Beders, torrente de Vilella y barranco de Salanca, y se debe, como ya se ha explicado en el capítulo de Tafonomía, a un problema de transporte. Las hojas y frutos alados de especies arbóreas tienen mayor probabilidad de ser arrastradas por vientos ya que tienen una mayor exposición a estos meteoros que las plantas herbáceas. Por esta razón, aunque plantas herbáceas propias de céspedes y sotobosques fueron comunes en la región, como han puesto de manifiesto los estudios palinológicos, salvo las que crecían en zonas ribereñas o pantanos, tuvieron pocas probabilidades de ser transportadas y quedar fosilizadas.

b) En algunos de los afloramientos estudiados, como los de San Salvador, torrente de Vilella y mina de Sanavastre, se ha colectado un elevado número de restos foliares de plantas ribereñas como *Alnus occidentalis* o *Salix lavateri*. Posiblemente sea debido a que los restos se acumulaban en la cercanía de una orilla de lago, lo que parece corroborado por la presencia en los dos primeros afloramientos de un elevado número de ostrácodos que indican una mayor

Fig. 117

TAXONES	Hábito	Tipo foliar	Margen	Tafonomía y Ecología	Geoflora	Requerimientos térmicos	Posible sucesor actual	Distribución del posible sucesor actual
<i>Equisetum</i> sp.	Herbáceo	Verticilado, leptófilo	-	Alóctono dérmico?	?	Pluri	<i>Equisetum</i> sp.	Casi cosmopolita
<i>Osmunda parschlugiana</i>	Herbáceo	Fronde, micrófilo	-	Alóctono dérmico?	Arctoterciaria	Pluri	<i>Osmunda regalis</i>	Eurasia
<i>Pteridium oeningense</i>	Herbáceo	Fronde, nanófilo	-	Alóctono adémico	?	Meso y meso/micro	<i>Pteridium aquilinum</i>	Eurasia y Macaronesia
<i>Glyptostrobus europaeus</i>	Arbóreo	Leptófilo, perennifolio	-	Alóctono dérmico	Arctoterciaria	Meso	<i>Glyptostrobus lineatus</i>	Este de Asia
<i>Juniperus</i> sp.	Arbóreo o arbustivo	Nanófilo, perennifolio	-	Alóctono adémico	Arctoterciaria?	Meso/micro y micro	-	Eurasia y Norteamérica
Cupressaceae tipo 1 y 2	Arbóreo	Leptófilo, Perennifolio	-	Alóctono adémico	Arctoterciaria	Meso y meso/micro	<i>Platycladus</i> y <i>Chamaecyparis</i>	Este de Asia y Norteamérica
aff. <i>Abies</i> sp.	Arbóreo	-	-	Alóctono adémico	Arctoterciaria	meso/micro y micro	<i>Abies</i> y <i>Cedrus</i>	Eurasia, Norteamérica y N. de África
aff. <i>Cedrus</i> sp.	Arbóreo	-	-	Alóctono adémico	Arctoterciaria	meso y meso/micro	<i>Cedrus</i> ?	Eurasia y N. de África
<i>Pinus</i> sp.	Arbóreo	Nanófilo, perennifolio	-	Alóctono adémico	Arctoterciaria	Pluri	?	Eurasia y Norteamérica
aff. <i>Pinus</i> sp.	Arbóreo	-	-	Alóctono adémico	Arctoterciaria	?	<i>Pinus</i> y <i>Picea</i>	Eurasia Norteamérica y Macaronesia
<i>Tsuga moenana</i>	Arbóreo	-	-	Alóctono adémico	Arctoterciaria	Meso/micro y micro	<i>T. canadensis</i> y <i>T. heterophylla</i>	Norteamérica
<i>Daphnogene eugeniae</i>	Arbóreo	Notófilo, perennifolio	Liso	Alóctono adémico	Paleotropical	Meso	<i>Neolisea</i> , <i>Cinnamomum</i> , <i>Persea</i>	Este de Asia, Norteamérica y Macaronesia
<i>Daphnogene</i> sp.	Arbóreo	Notófilo, perennifolio	Liso	Alóctono adémico	Paleotropical	Meso	<i>Cinnamomum</i> , <i>Litsea</i> , <i>Neolisea</i> , <i>Lindera</i> , <i>Sassafras</i>	Este de Asia y Norteamérica
<i>Lauraphyllum</i> sp.	Arbóreo	Notófilo, perennifolio	Liso	Alóctono adémico	Paleotropical	Meso	<i>Laurus</i> ?	Sur de Europa y Macaronesia
cf. <i>Ocotea</i> sp.	Arbóreo	Notófilo, perennifolio	Liso	Alóctono adémico	Paleotropical	Meso	<i>Ocotea</i> ?	Este de Asia y Macaronesia
<i>Persea princeps</i>	Arbóreo	Notófilo, perennifolio	Liso	Alóctono adémico	Paleotropical	Meso	<i>Persea indica</i>	Macaronesia
Nymphaeaceae	Herbáceo	Megáfilo	Liso	Autóctono dérmico	Pluri	Pluri	?	Casi cosmopolita
cf. <i>Ranunculus</i> sp.	Herbáceo	Laciniada	-	Autóctono dérmico	Pluri?	Pluri?	Ranunculaceae, Ceratophyllaceae	Eurasia y Norteamérica
Hamamelidaceae	Arbóreo	Mesófilo, caducifolio	Liso	Alóctono adémico	Arctoterciaria	Meso	<i>Farrugia</i> , <i>Hamamelis</i> , <i>Corylopsis</i> , <i>Fothergilla</i>	Asia, Norteamérica
<i>Ulmus</i> sp.	Arbóreo	Mesófilo, caducifolio	Aserrado	Alóctono dérmico?	Arctoterciaria	Meso/micro	?	Eurasia y Norteamérica
<i>Zelkova zelkovaefolia</i>	Arbóreo	Mesófilo, caducifolio	Aserrado	Alóctono adémico	Arctoterciaria	Meso	<i>Z. carpinifolia</i> , <i>Z. serrata</i>	Asia
Juglandaceae	Arbóreo	Mesófilo, caducifolio	Aserrado	Alóctono dérmico	Arctoterciaria	Meso	<i>Carya</i> , <i>Pterocarya</i> , <i>Cyclocarya</i>	Asia y Norteamérica
<i>Myrica lignitum</i>	Arbustivo?	Notófilo?, perennifolio?	Aserrado	Alóctono dérmico	Paleotropical	Meso	<i>M. arborea</i> , <i>M. conferta</i>	África tropical
<i>Myrica marginalis</i>	Arbustivo?	Notófilo?, perennifolio?	Liso	Alóctono dérmico	Paleotropical	Meso	<i>M. rubra</i>	Este de Asia
cf. <i>Castanea</i> sp.	Arbóreo	Mesófilo, caducifolio	Aserrado	Alóctono adémico	Arctoterciaria	Meso o meso/micro	<i>Castanea</i> , <i>Quercus</i>	Eurasia y Norteamérica
<i>Fagus gussonei</i>	Arbóreo	Mesófilo, caducifolio	Aserrado	Alóctono adémico	Arctoterciaria	Meso/micro	<i>F. orientalis</i>	Este de Europa y Asia Menor
<i>Fagus pristina</i>	Arbóreo	Mesófilo, caducifolio	Aserrado	Alóctono adémico	Arctoterciaria	Meso/micro	<i>F. ferruginea</i> , <i>F. longipetiolata</i>	Este de Norteamérica y de Asia
<i>Quercus drymeja</i>	Arbóreo	Notófilo?, perennifolio?	Aserrado y liso	Alóctono adémico	Paleotropical?	Meso	<i>Q. myrsinaefolia</i>	Este de Asia
<i>Quercus hispanica</i>	Arbóreo	Mesófila, caducifolia	Aserrado	Alóctono adémico	Arctoterciaria	Meso/micro	<i>Q. canariensis</i> y <i>Q. humilis</i>	Sur de Europa
<i>Quercus mediterranea</i>	Arbóreo?	Micrófila, caducifolia	Aserrado	Alóctono adémico	Arctoterciaria?	Meso	<i>Q. ilex</i> , <i>Q. coccifera</i>	Región mediterránea
<i>Alnus occidentalis</i>	Arbóreo	Mesófilo, caducifolio	Aserrado	Alóctono dérmico	Arctoterciaria	Meso/micro y micro	<i>A. barbata</i> , <i>A. orientalis</i>	Asia Menor
<i>Betula insignis</i>	Arbóreo	Mesófilo, caducifolio	Aserrado	Alóctono adémico	Arctoterciaria	Meso/micro y micro	<i>Betula ulmifolia</i>	Este de Asia

Fig. 117 (Continuación)

TAXONES	Hábito	Tipo foliar	Margen	Tafonomía y Ecología	Geoflora	Requerimientos térmicos	Posible sucesor actual	Distribución del posible sucesor actual
<i>Carpinus grandis</i>	Árboreo	-	-	Alóctono adámico	Arctoterciaria	Meso/micro	<i>Carpinus betulus</i>	Europa
<i>Carpinus neitreichii</i>	Árboreo	-	-	Alóctono adámico	Arctoterciaria	Meso	<i>Carpinus orientalis</i>	Sur de Europa
<i>Corylus</i> sp.	Arbustivo?	-	-	Alóctono adámico	Arctoterciaria	Meso/micro	<i>C. avellana?</i>	Eurasia
<i>Ostrya</i> sp.	Árboreo	-	-	Alóctono adámico	Arctoterciaria	Meso	<i>O. carpinifolia</i> , <i>O. virginiana</i>	Sur de Europa y Norteamérica
Betulaceae	Árboreo	Mesófilo, caducifolio	Aserrado	Alóctono adámico	Arctoterciaria	Pluri	<i>Carpinus</i> , <i>Ostrya</i> , <i>Betula</i>	Eurasia y Norteamérica
<i>Tilia vidali</i>	Árboreo	Mesófilo, caducifolio	Aserrado	Alóctono adámico	Arctoterciaria	Meso/micro	<i>T. americana</i> , <i>T. rubra</i>	Este de Europa y de Norteamérica
<i>Populus tremulaefolia</i>	Árboreo	Mesófilo, caducifolio	Aserrado	Alóctono adámico	Arctoterciaria	Meso/micro y micro	<i>P. tremula</i> , <i>P. alba</i>	Eurasia
<i>Salix lavateri</i>	Árboreo	Mesófilo, caducifolio	Aserrado	Alóctono adámico	Arctoterciaria	Meso/micro y micro	<i>S. alba</i> , <i>S. fragilis</i> , <i>S. eleagnas</i>	Eurasia
<i>Salix</i> sp.	Árboreo	Mesófilo, caducifolio	Aserrado	Alóctono adámico	Arctoterciaria	Meso/micro y micro	<i>S. alba</i>	Eurasia
cf. <i>Salix</i> sp.	Árboreo	Mesófilo, caducifolio	Liso y dentado	Alóctono adámico	Arctoterciaria	Meso/micro y micro	<i>Salix salicifolia</i>	Europa
Myrsinaceae	Árboreo	Notófilo, perennifolio	Liso	Alóctono adámico	Paleotropical	Meso	<i>Myrsine</i> , <i>Pleiomeris</i>	Este de Asia, África, Macaronesia
<i>Caesalpinia</i> sp.	Árboreo?	Micrófilo, perennifolio?	Liso	Alóctono adámico	Paleotropical	Mega/meso	?	África
Fabales tipo 1	?	Micrófilo?	Liso	Alóctono adámico	Paleotropical?	Meso?	<i>Cassia?</i>	África?
Fabales tipo 2	?	Micrófilo?	Liso	Alóctono adámico	?	Meso?	?	?
Fabales tipo 3	?	?	?	Alóctono adámico	?	?	?	?
Fabales tipo 4	?	?	?	Alóctono adámico	?	?	?	?
Fabales tipo 5	?	?	?	Alóctono adámico	?	?	?	?
cf. <i>Protea linguata</i>	Arbustivo?	Micrófilo, perennifolio?	Liso	Alóctono adámico	Paleotropical?	?	<i>P. cetecephala</i> , <i>P. lepidocarpon</i> , <i>P. mellifera</i>	América tropical
<i>Trapa ceterana</i>	Herbáceo	?	?	Alóctono adámico	Pluri	Pluri	<i>T. natans</i>	Eurasia
<i>Cornus</i> sp.	Arbustivo?	Mesófilo, caducifolio	Liso	Alóctono adámico	Arctoterciaria	Meso/micro	?	Eurasia y Norteamérica
<i>Buxus pliocena</i>	Arbustivo	Micrófilo, perennifolio	Liso	Alóctono adámico	Paleotropical	Meso	<i>B. sempervirens</i> , <i>B. hyrcana</i> , <i>B. colchica</i>	Europa y Oeste de Asia
<i>Acer integerrimum</i>	Árboreo	Mesófilo, caducifolio	Liso	Alóctono adámico	Arctoterciaria	Meso	<i>A. cappadocicum</i> , <i>A. pictum</i>	Asia Menor y Central
<i>Acer pyrenaicum</i>	Árboreo	Mesófilo, caducifolio	Aserrado	Alóctono adámico	Arctoterciaria	Meso y meso/micro	<i>A. opalus</i>	Sur de Europa y Asia Menor
<i>Acer subcampestre</i>	Árboreo	Mesófilo, caducifolio	Lobulado	Alóctono adámico	Arctoterciaria	Meso y meso/micro	<i>A. campestre</i>	Eurasia
<i>Acer</i> sp.	Árboreo	-	-	Alóctono adámico	Arctoterciaria	Meso y meso/micro	-	-
aff. <i>Cedrela</i> sp.	Árboreo?	Notófilo, perennifolio?	Liso	Alóctono adámico	Paleotropical	Mega/meso	<i>C. fissilis</i> , <i>C. dugesi</i> , <i>C. glaziovii</i>	México, América Central y Sur de China
aff. <i>Aralia</i> sp.	Arbustivo?	Megáfilo, perennifolio	Liso	Alóctono adámico?	Paleotropical	Mega/meso	<i>Oreopanax</i> , <i>Cussonia</i>	Este de Asia, América Central, Antillas
<i>Fraxinus numana</i>	Árboreo	Mesófilo, caducifolio	Aserrado	Alóctono adámico	Arctoterciaria	Meso/micro	<i>F. excelsior</i>	Europa
<i>Potamogeton orbiculare</i>	Herbáceo	Mesófilo	Liso	Alóctono adámico	Pluri	Pluri	<i>P. perfoliatus</i> , <i>P. plantaginifolius</i> , <i>P. lucens</i> , <i>P. natans</i>	Eurasia y Norteamérica
Asclepiaceae	Árboreo	Megáfilo?, perennifolio	Liso	Alóctono adámico	Paleotropical	Mega/meso	?	?
Poaceae	Herbáceo	-	-	Alóctono adámico?	Pluri	Pluri	?	Casi cosmopolita
<i>Typha latissima</i>	Herbáceo	Mesófilo?	Liso	Alóctono adámico	Pluri	Pluri	<i>T. latifolia?</i>	Eurasia y Norteamérica
Commelinidae	Herbáceo	Micrófilo?	Liso	Alóctono adámico	Pluri	Pluri	?	Casi cosmopolita
<i>Smilax hastata</i> (trepador)	Herbáceo	Micrófilo?	Liso	Alóctono adámico	Paleotropical	Meso	<i>S. aspera</i>	Región mediterránea

oxigenación de las aguas debida, seguramente, a una menor batimetría. Las acumulaciones de *Trapa ceretana* en la mina de Sanavastre pueden señalar lo mismo.

c) El predominio de restos foliares de dicotiledóneas arbóreas en el conjunto de los macrorrestos vegetales parece indicar, como ya hemos explicado en otros capítulos, que las corrientes que existían en el lago eran de baja energía. La escasa colecta de restos de coníferas nos indica que estas plantas debieron poseer un importante desarrollo en los ecosistemas de la región.

Si comparamos los datos tafonómicos aportados por los macrorrestos con los que se han obtenido a partir de los palinomorfos en los afloramientos en donde se ha podido efectuar un estudio macro y micropaleontológico, se puede concluir que **existe una falta de correlación entre datos palinológicos y macroflorísticos**, ya que, por una parte, en todos los afloramientos estudiados las gimnospermas se encuentran pobremente representadas por macrorrestos pero son las que dominan numéricamente a partir de palinomorfos a causa de su sobrerrepresentación; y por otra, abundan los restos foliares de dicotiledóneas arbóreas siendo más escasos sus palinomorfos, a excepción de *Alnus* que, salvo excepciones, suele tener una buena representación polínica. Entre los macrorrestos de dicotiledóneas arbóreas *Alnus occidentalis* aparece bien representado en algunos afloramientos a causa del efecto orilla. En el caso de la mina de Sanavastre los taxones mejor representados son *Salix lavateri* y *Trapa ceretana*.

Como en el caso de los palinomorfos, hemos dividido el conjunto de los taxones descritos desde un punto de vista paleobiológico y tafonómico, hallando los siguientes porcentajes:

Démicos autóctonos: 5,71%

Démicos alóctonos: 21,43%

Adémicos alóctonos: 71,43%

Como en el caso de los palinomorfos, son los adémicos alóctonos los que tienen tantos por ciento más elevados, dada la mayor diversidad de especies que posee este grupo, lo que ya se había puesto de manifiesto al estudiar las asociaciones de cada afloramiento.

Hemos dividido los representantes de cada uno de estos grupos según su hábito, llegando a las siguientes conclusiones:

* Todos los taxones démicos autóctonos son herbáceos y están integrados por plantas acuáticas.

* Los elementos démicos alóctonos son todos ellos vegetales de ribera o pantano. En este grupo predominan los elementos arbóreos, destacándose especies como *Glyptostrobus europaeus*, *Alnus occidentalis*, *Salix lavateri*, etc... Entre el componente herbáceo hay que reseñar monocotiledóneas como *Typha latissima*, que debieron formar cañaverales. Los elementos herbáceos aparecen siempre con menor porcentaje que los arbóreos, seguramente debido a un problema de dispersión de restos foliares, puesto que las dicotiledóneas arbóreas, predominantes en este grupo, poseen un tipo de abscisión diferente al de las plantas herbáceas de ribera, el cual favorece el transporte de las hojas y su fosilización.

* El grupo de los adémicos alóctonos sólo integra especies que no poseían un requerimiento hídrico tan elevado como las de los otros dos grupos. A causa de problemas de transporte en la Cerdaña no aparecen taxones exóticos, como ocurre en el caso de los granos de polen. También, a consecuencia de problemas de transporte, en este grupo sólo podemos considerar como taxon herbáceo a *Pteridium oeningense*, que debió formar helechadas en el sotobosque de las formaciones arbóreas; y a Poaceae que pudo entrar a formar parte de céspedes.

Como resumen a este punto, el estudio de los macrorrestos parece indicar que durante el Mioceno Superior la Cerdaña se encontró poblada por bosques. Este dato está corroborado en parte por el estudio microflorístico realizado.

Los resultados obtenidos tras el cálculo de los índices de diversidad y la equitabilidad en las cinco localidades en donde se ha colectado mayor número de macrorrestos, son parecidos. Tanto los valores de diversidad como los de equitabilidad son altos. Sin embargo, estos datos, a nuestro modo de ver, deben tomarse con precaución ya que el número de restos estudiados no es elevado. Además, los valores calculados no coinciden con los obtenidos a partir de los datos palinológicos.

En las localidades en donde se ha colectado un número de restos suficientemente significativo, hemos tratado de inferir los taxones dominantes utilizando el método aplicado por KRASILOV (1975), para el estudio de la flora del Jurásico de Kamenka, de la forma explicada en el capítulo de Paleoeología (Fig. 118). Así, podemos observar que las especies que presentan una mayor media de frecuencias son *Zelkova zelkovaefolia*, *Myrica lignitum*, *Fagus gussonii*, *Quercus drymeja*, *Quercus hispanica*, *Alnus occidentalis* y *Acer pyrenaicum*. Sin embargo, si se compara esta media de frecuencias con la desviación, se puede observar que los taxones que pudieron ser dominantes fueron *Quercus drymeja*, *Fagus gussonii* y *Alnus*

Fig. 118

TAXONES	F _a					Fax	Desviación F _{máx.} -Fax
	Coll de Saig	Camino de Balltarga a Bor	Beders	Torrente de Vilella	Barranco de Salanca		
Criptógamas vasculares							
cf. <i>Equisetum</i> sp.	0,13	0	0	0	0	0,026	0,104
<i>Pteridium oeningense</i>	0,13	0	0	0	0	0,026	0,104
Gimnospermas							
<i>Glyptostrobus europaeus</i>	3,39	2,41	2,35	3,52	2,11	2,75	0,77
Cupressaceae tipo 1 y 2	0,27	0,40	1,76	0	0	0,48	1,28
<i>Juniperus</i> sp.	0	0	0	0,44	0	0,09	0,35
aff. <i>Abies</i> sp.	0,41	1,20	1,18	2,20	1,51	1,3	0,9
<i>Pinus</i> sp.	2,44	0,80	0	0,44	1,51	1,04	1,4
aff. <i>Pinus</i> sp.	0,41	0,80	0,59	0,88	1,21	0,78	0,43
<i>Tsuga moenana</i>	0,13	0	0,59	0,44	1,81	0,59	1,22
Abietoideae	0,54	0,40	0	0,88	0,60	0,48	0,4
Angiospermas dicotiledóneas							
Nymphaeaceae	0,13	0	0	0	0	0,026	0,104
<i>Daphnogene</i> sp.	2,58	0	0	0	0	0,52	2,06
<i>Laurophyllum</i> sp.	3,80	0,80	0	0	0,60	1,04	2,76
cf. <i>Ocotea</i> sp.	0,13	0	0	0	0	0,026	0,104
<i>Persea princeps</i>	7,46	2,41	1,18	1,32	2,42	2,96	4,5
<i>Daphnogene eugeniae</i>	2,17	4,02	1,76	0,88	0	1,88	2,14
Hamelidaceae	0,95	0,40	0,59	5,73	2,42	2,02	3,71
<i>Ulmus</i> sp.	0,81	0	0	0	0	0,16	0,65
<i>Zelkova zelkovaefolia</i>	6,24	7,63	8,23	7,49	3,62	6,64	1,59
<i>Myrica lignitum</i>	0,27	13,25	3,53	2,20	6,04	5,06	8,19
<i>Myrica marginalis</i>	0,27	0	0	0	0	0,05	0,22
cf. <i>Castanea</i> sp.	0,13	0,40	1,18	2,64	0,91	1,05	1,59
<i>Fagus gussonii</i>	5,97	4,82	17,06	5,29	5,44	7,71	9,35
<i>Fagus pristina</i>	1,63	0	11,17	0,44	0,91	2,83	8,34
<i>Quercus drymeja</i>	13,97	20,08	9,41	3,96	3,32	10,15	9,93
<i>Quercus hispanica</i>	8,27	11,65	11,17	14,98	10,87	11,39	3,59
<i>Quercus mediterranea</i>	0,54	0,80	3,53	1,32	0	1,24	2,29
<i>Alnus occidentalis</i>	8,14	5,22	2,94	18,50	17,22	10,40	8,1
<i>Betula insignis</i>	0,27	0	1,76	0,44	0,91	0,67	1,09

Fig. 118 (Continuación)

TAXONES	F _i					Fax	Desviación F _i máx.-Fax
	Coll de Salg	Camino de Baltarga a Bor	Beders	Torrente de Vilella	Barranco de Safanca		
<i>Corylus</i> sp.	0,27	0	0	0	0	0,05	0,22
<i>Carpinus neilreichii</i>	0	0	0,59	0	0	0,12	0,47
<i>Ostrya</i> sp.	0	0	0	0,44	0,30	0,15	0,29
Betulaceae	0,54	2,81	3,53	0,44	3,62	2,19	1,43
<i>Tilia vidali</i>	0,54	0	0,59	0	0,91	0,41	0,50
<i>Populus tremulaefolia</i>	0,13	0	0	1,76	1,21	0,62	1,14
<i>Salix lavateri</i>	0,27	0	0	0	0	0,05	0,22
cf. <i>Salix</i> sp.	0	0,40	0	0	0	0,08	0,32
Myrsiniaceae	0,13	0	0	0	0	0	0
Fabaceae	0,53	0	0	0	0,30	0,16	0,37
<i>Trapa ceretana</i>	0,13	0	0,59	0	0,30	0,20	0,39
<i>Cornus</i> sp.	0,27	0	0	0	0	0,05	0,22
<i>Buxus phoenicea</i>	0	1,20	0,59	0	0,30	0,42	0,78
<i>Acer pyrenaicum</i>	3,8	4,82	0	7,93	15,11	6,33	6,49
<i>Acer integerrimum</i>	0,41	0,80	0,59	1,76	1,21	0,95	0,81
<i>Acer subcampestre</i>	0,81	0	0	0	0	0,16	0,65
<i>Acer</i> sp. (sámara)	0	0,40	0	0,88	0	0,25	0,63
<i>Acer</i> sp. (flor)	0,13	0	0	0	0	0,026	0,104
aff. <i>Aralia</i> sp.	0,27	0	0	0	0	0,05	0,22
cf. <i>Cedrela</i> sp.	0	0	0	0,44	0	0,08	0,36
<i>Fraxinus numana</i>	0,54	0	0,59	1,76	0,30	0,64	1,12
Angiospermas monocotiledóneas							
<i>Potamogeton orbiculare</i>	0,41	1,20	0	0	0,60	0,44	0,76
Arecaceae	0,13	0	0	0	0	0,026	0,104
Poaceae	0,27	0	0	0	0	0,05	0,22
<i>Typha latissima</i>	0,95	0,80	0,59	0,36	1,21	0,78	0,43
Commelinidae	1,76	0,40	0	2,64	4,23	1,80	2,43
<i>Smilax hastata</i>	0	0	0	0,44	0	0,088	0,35

occidentalis. Estas especies debieron formar encinares, hayedos y bosques de ribera.

Como ya hemos indicado, los encinares de *Q. drymeja* se encontrarían integrados en una laurisilva en donde esta especie se asociaría a otros taxones notófilos como las lauráceas.

La dominancia de *Q. drymeja* y *F. gussonii* en las asociaciones de los afloramientos de Coll de Saig, camino de Balltarga a Bor, Beders, torrente de Vilella y barranco de Salanca parece correlacionarse con los datos ofrecidos por los palinomorfos de sus respectivos géneros.

Otros dos taxones que seguramente estuvieron presentes en los ecosistemas de la Cerdaña de una forma importante, pero en menor cantidad, fueron *Myrica lignitum*, que debió formar parte de comunidades de pantano o integrarse en laurisilva; y *Acer pyrenaicum* que pudo formar rodales o actuar como acompañante en varios tipos de comunidades forestales. A diferencia de las tres primeras, los géneros de estas especies no tienen una gran representación en cuanto a palinomorfos. En el caso de *Acer* es fácil de explicar dado su carácter entomófilo y la fragilidad de sus palinomorfos. El género *Myrica* es problemático, ya que es anemófilo, presenta una elevada producción polínica y además habita en zonas pantanosas o muy húmedas, por lo que sus palinomorfos deberían presentar unos porcentajes elevados. Posiblemente, los bajos porcentajes polínicos en relación con la alta proporción de restos foliares hallados, pudieran indicar que esta especie tuvo granos de polen débiles que no soportaron los procesos de fosilización.

Dada la escasa cantidad de taxones estudiados y que sólo hemos obtenido un número representativo de estos en 5 afloramientos, no podemos generalizar estos datos a toda la Cerdaña, aunque nos parecen suficientemente indicativos.

8.3 Comparación con floras actuales

Como hemos explicado con anterioridad, la flora de la Cerdaña está mayoritariamente formada por taxones de tipo arctoterciario, cuyos antepasados hay que buscarlos en las zonas más septentrionales del Hemisferio Norte. De una forma más reducida se han colectado taxones de tipo paleotropical, cuyos ancestros poblaron el Sur y Centro de Europa; y taxones plurirregionales.

Si comparamos los elementos de la flora en estudio con especies actuales comprobaremos, que especies taxonómicamente comparables con las de la Cerdaña se reparten

fundamentalmente por seis regiones geográficas, que pasamos a tratar a continuación:

1- Este de Europa y Asia Menor.

Con esta zona se deben relacionar: *Liquidambar*, *Platanus*, *Parrotia*, *Zelkova zelkovaefolia*, *Juglans acuminata*, *Pterocarya*, cf. *Castanea* sp., *Fagus gussonii*, *Alnus occidentalis*, *Carpinus grandis*, *C. neilreichii*, *Ostrya* sp., *Tilia vidali*, *Buxus pliocenica*, *Acer integerrimum*, Hamamelidaceae y Juglandaceae. Sin embargo, esta lista puede estar incompleta, ya que especies como *Quercus hispanica*, cuyo descendiente pudo ser *Q. humilis*, especie que actualmente habita en la Península de Anatolia (QUÉZEL & BONIN, 1980), debieran también mencionarse dentro de este grupo.

Las regiones pónicas, euxínicas y la provincia hyrcana, situadas las dos primeras al norte de la Península de Anatolia, y la última en la zona montañosa del sur del mar Caspio, dadas sus características climáticas son un refugio para la flora arctoterciaria que fue barrida de Europa y gran parte de Asia durante las glaciaciones cuaternarias. Destaquemos que en estas zonas la media anual de precipitaciones se encuentra entre 600-2.000 mm, gran parte de las cuales caen en verano, existe una gran humedad ambiental, y temperaturas elevadas en los períodos invernales.

En la provincia hyrcana, la media anual de Temperaturas es de 14,8°-17,7°C, y la media del mes más frío, que es Enero, se encuentra entre 4°-9°C (ZOHARY, 1963). En la región pónica las medias anuales están entre 13°-14,5°C en las zonas cercanas al mar y entre 6,5°-6°C en el interior; en las áreas próximas al litoral la temperatura del mes más frío, que es Febrero, no desciende por debajo de los 6°C, mientras que en el interior varía entre -1,5°-4,2°C (QUÉZEL et al., 1980).

Entre las plantas de estas zonas según ZOHARY (1963), QUÉZEL et al. (1980) y ASSADOLLAHI et al. (1982), se distinguen las siguientes especies: *Platycladus orientalis*, *Abies mornmuelleriana*, *Fagus orientalis*, *Acer cappadocicum*, *Alnus barbata*, *Quercus castaneaefolia*, *Zelkova carpinifolia*, *Parrotia persica*, *Pterocarya fraxinifolia*, *Carpinus orientalis*, *C. betulus*, *Castanea sativa*, *Fraxinus excelsior*, *Smilax excelsa*, *Pteridium aquilinum*, etc... Todas éstas se pueden relacionar con un buen número de las determinadas en el Mioceno Superior ceretano.

2- Este de Asia.

Según PIELOU (1979), esta zona alberga restos del bosque mesofítico arctoterciario que habitó el Hemisferio Norte y Beringia. Debemos destacar que este tipo de plantas

aparecen en gran parte de China, el Himalaya, Corea, Japón, Taiwan y norte de Indochina. Esta región es muy grande y posee una elevada diversidad geográfica y climática por lo que presenta gran cantidad de medios que son ocupados por comunidades vegetales muy diferentes. Como ejemplo, WOLFE (1979), describe más de una docena de tipos de formaciones vegetales.

Entre los taxones descritos por nosotros se deben relacionar con esta región: *Glyptostrobus europaeus*, *Sciadopitys*, tipo *Sequoia*, tipo *Taxodium*, *Cathaya*, *Cedrus*, *Daphnogene eugeniae*, *Daphnogene* sp., *Zelkova zelkovaefolia*, *Carya*, *Engelhardia*, *Platycarya*, *Pterocarya*, *Myrica marginalis*, cf. *Castanea* sp., *Fagus pristina*, *Quercus drymeja*, *Betula insignis*, *Nyssa*, tipo *Sequoia*, tipo *Taxodium*, tipo *Robinia*, Cupressaceae, Hamamelidaceae y Juglandaceae.

Muchos de los taxones citados ya habían sido mencionados en el apartado anterior, y también presentan relación con esta zona, ya que durante el Terciario ellos o sus antecesores debieron poseer una gran distribución geográfica a lo largo del Hemisferio Norte. Formaciones forestales en donde se reúnen en la actualidad gran cantidad de especies relacionadas con los taxones citados se desarrollan en la Península de Shantung, Japón, China y Corea. La media anual de temperaturas en estas regiones se sitúa alrededor de 19°C, aunque en zonas montañosas esta media desciende hasta 10°C; la media de temperaturas en el mes más frío es de unos -2°C en algunas zonas, en otras es ligeramente más alta (WOLFE, 1979). Hay que tener en cuenta que algunos de los géneros que habitaron durante el Terciario en bosques semejantes a los que se desarrollan en la actualidad, viven hoy en día, en zonas relicticas, habiendo variado su nicho ecológico. Éste es el caso del género *Glyptostrobus* que en la actualidad está representado por una sola especie *G. lineatus* que habita en bosques lluviosos paratropicales (WOLFE, 1979). Su área de distribución se extiende por el Sureste de China, delta del Cantón y las provincias de Fujian y Guandong, en donde se asocia con géneros como *Citrus*, *Cinnamomum*, *Diospyros*, *Bombax*, *Broussonetia*, *Eugenia*, *Magnolia*, etc...(AXELROD, 1984). Según este autor, el género se desarrolló en climas templados durante el Terciario, sin bien las especies que vivieron en este clima fueron eliminadas progresivamente. También podríamos mencionar al género *Cedrela* que en la actualidad habita desde zonas tropicales a templado cálidas, pero que en el transcurso del Terciario se desarrolló en bosques mixtos mesófilos, decídúos, mixtos con coníferas y esclerófilos (AXELROD, 1984).

Entre las especies actuales que podemos relacionar con las fósiles ceretanas debemos nombrar además de *G. lineatus* a: *Sciadopitys verticillata*, *Cinnamomum camphora*, *Zelkova serrata*, *Fagus longipetiolata*, *Quercus myrsinaefolia*, *Betula ulmifolia*, *Acer pictum*, etc...

3- Macaronesia.

Comprende un conjunto de archipiélagos atlánticos entre los que se encuentran Canarias, Azores, Madera, Cabo Verde e islas Vírgenes. Poseen un clima de tipo templado cálido o subtropical, y varias de sus islas poseen una complicada orografía y gran elevación sobre el nivel del mar, lo que permite la formación de diferentes comunidades. En la actualidad algunas de estas islas poseen un buen número de especies relícticas del Terciario como *Pinus canariensis*, *Ocotea foetens*, *Persea indica*, etc... En los últimos tiempos se han descubierto pies de algunas plantas macaronésicas, como *Laurus azorica*, en el continente africano (BARBÉRO *et al.*, 1980). Esto parece confirmar que en el pasado, cuando las condiciones ambientales lo permitían las plantas macaronésicas se desarrollaban en regiones más extensas.

AXELROD (1975), sugiere que el bosque de laureles que en la actualidad se desarrolla en Macaronesia, y posiblemente el que existió durante algunos momentos del Terciario europeo, no tuvo un origen paleotropical, sino que se originó a partir de bosques africanos tropicales o subtropicales que se extendieron hacia el Norte, y posteriormente, con los fríos de finales del Terciario, retrocedieron hacia el Sur. No obstante, esta hipótesis ha sido muy discutida, ya que un buen número de taxones macaronésicos todavía en la actualidad tienen una reducida representación en Europa, como por ejemplo *Prunus lusitanica*.

Especies ceretanas posiblemente relacionables con esta región son: *Pinus* sp., *Laurophyllum* sp., *Persea princeps*, cf. *Ocotea* sp. y Myrsiniaceae.

Los pinares se desarrollan en la macaronesia únicamente en las islas Canarias. No podemos asegurar que el pino descrito a partir de la escama seminal pueda relacionarse con *Pinus canariensis*, pero entra dentro de lo posible. Esta especie está emparentada con *P. roxbourghii*, del Himalaya y *P. razdowskii*, de México, especies que parecen confirmar una distribución tetiana de este grupo de pinos (KLAUS, 1989). Los pinares se desarrollan en el piso bioclimático mesocanario que presenta precipitaciones de 350-600 mm, una temperatura media anual de 11°-15°C, y una media de temperaturas en el mes más frío de 3°-7°C (GONZÁLEZ HENRÍQUEZ *et al.*, 1986).

La laurisilva se desarrolla en Canarias, Azores y Madera en exposiciones con elevada humedad que les vienen aportada por nieblas arrastradas por los vientos alisios que se concentran en la cara norte de las islas (CEBALLOS & ORTUÑO, 1976). Las formaciones de laurisilva presentan unas medias de temperatura idénticas a las de los pinares, pero necesitan para su desarrollo unas precipitaciones anuales de 600-1.000 mm (GONZÁLEZ HENRÍQUEZ et al., 1986).

4- Regiones tropicales de África.

Sólo hemos encontrado dos taxones relacionables con la flora de África tropical, se trata de *Caesalpinia* sp. y *Myrica lignitum*. Esta última se relaciona morfológicamente con especies de formaciones tropicales o paratropicales con alto índice de precipitaciones, del oeste africano como *M. arborea* y *M. conifera*.

La presencia de *M. lignitum* en los afloramientos de la Cerdaña podría confirmar lo expresado AXELROD (1975), acerca de las migraciones de taxones africanos hacia el Norte. No obstante, esta especie de *Myrica*, siendo un taxón de origen paleotropical, pudo haber tenido una distribución geográfica amplia y haberse distribuido también por las regiones africanas, donde prevaleció. Lo mismo podría haber ocurrido en el caso de *Caesalpinia*.

5- Este de Norteamérica.

Esta región se encontró durante parte del Terciario unida a Europa, separándose de ella por la formación del Atlántico Norte. Por esta razón los bosques del Este norteamericano presentan un elevado número de taxones que se encontraron durante el Terciario en Europa.

En el Mioceno Superior, Norteamérica ya se había individualizado de Europa. La flora de la Cerdaña no muestra gran cantidad de taxones relacionables con esta zona, siendo los más destacados *Tsuga moenana* y el polen de *Tsuga* sp. hallado. Se han colectado otras especies más dudosamente relacionables con las de América del Norte como *Fagus pristina* y *Tilia vidali*, ya que también pudieran ser comparadas con especies del Este asiático.

6- Europa.

Hemos de destacar que un alto porcentaje de los taxones determinados se pueden relacionar con la flora que existe en la actualidad en Europa: *Osmunda parrishii*, *Pteridium oenanthense*, *Laurophyllum* sp., *Juglans acuminata*, cf. *Castanea* sp., *Fagus gussonei*, *Quercus hispanica*, *Q. mediterranea*, *Carpinus grandis*, *C. neilreichii*, *Ostrya* sp., *Populus tremulaefolia*, *Salix lavateri*, *Buxus pliocenica*, *Acer angustilobum*, *A. pyrenaicum*, *A. pseudocampestre*, *Fraxinus numana*, *Typha latissima* y *Smilax hastata*.

Entre los taxones que actualmente habitan Europa y que pueden relacionarse con las especies determinadas en el Mioceno Superior ceretano debemos destacar: *Osmunda regalis*, *Pteridium aquilinum*, *Laurus nobilis*, *Juglans regia*, *Castanea sativa*, *Fagus sylvatica*, *Quercus canariensis*, *Q. humilis*, *Q. ilex*, *Q. coccifera*, *Carpinus betulus*, *C. orientalis*, *Ostrya carpinifolia*, *Populus tremula*, *P. alba*, *Salix alba*, *S. fragilis*, *Buxus sempervirens*, *Acer heldreichii*, *A. opalus*, *A. campestre*, *Fraxinus excelsior*, *Typha latifolia* y *Smilax aspera*.

Algunos de las especies fósiles citadas también pudieran ser relacionadas con especies actuales asiáticas, como hemos mencionado con anterioridad. Posiblemente, estas especies o sus descendientes inmediatos, tuvieron que migrar en Europa hacia el Sur durante las glaciaciones del Cuaternario. Algunas se refugiaron en zonas con características microclimáticas especiales y pudieron sobrevivir, otras migraron hacia el Este asentándose en Asia y más tarde en períodos interglaciales, recolonizaron las áreas perdidas.

Existen en Europa varias localidades en donde se encuentran vegetales de edad terciaria en estado relíctico. Podríamos mencionar algunas zonas del Norte de África, Italia, Sicilia, Grecia y los Cárpatos. En la Península parece que hubo refugios preholocenos para algunos taxones como *Juglans*, *Carpinus*, *Platanus* y *Castanea* como indican GARCÍA ANTÓN *et al.* (1990). En la actualidad hay algunas localidades en las Cordilleras litorales catalanas, Sierra Morena, Serranía de Ronda, Sierra del Campo de Gibraltar y el Algarve que conservan taxones relíctico del terciario como *Quercus canariensis* (DÍEZ GARRETAS *et al.*, 1986).

Disentimos de lo expresado por ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE POSSE (1981) y ROIRON (1984), ya que hay que indicar que entre los elementos macroflóricos no se han detectado elementos de tipo mediterráneo actual, aunque sí hemos encontrado algunos taxones como *Quercus mediterranea* que parece ser el antepasado de *Q. coccifera* y *Q. ilex* (KVAČEK & WALTHER, 1989), y *Smilax hastata* que pudo originar a *S. aspera*.

También hemos de comentar el caso de algunos taxones que deben ser considerados plurirregionales y que son ampliamente relacionables con varias especies que habitan en el Hemisferio Norte como *Juniperus*, *Abies*, *Picea*, *Ulmus*, etc.

Si distribuimos los taxones determinados a partir de macrorrestos en los afloramientos donde se ha colectado un número de ejemplares suficientemente significativo, obtenemos los siguientes resultados (Fig. 119):

- i) Coll de Saig: la mayoría de los taxones estudiados presentan relaciones con especies

de la Europa submediterránea (61,40%); el resto podría compararse con taxones asiáticos (28,07%), más concretamente un 15,55% con los que habitan en zonas subtropicales del Este asiático y un 8,88% con los de las regiones Euxínica e Hyrcana, macaronésicos (5,26%), norteamericanos (1,75%) y africanos (1,75%).

ii) Camino de Balltarga a Bor: casi todos los taxones son relacionables con especies que habitan hoy en día en Europa (58,62%). En segundo lugar hay que resaltar el alto porcentaje de taxones asiáticos (31,03%). Del total de los ejemplares asiáticos, el 44,44% podría vincularse con especies de Asia Oriental y el 55,55% con los de las regiones Euxínica e Hyrcana. Los taxones enlazados con la Macaronesia y África están más escasamente representados (6,89% y 3,45% respectivamente).

iii) Beders: si distribuimos los taxones determinados según su posible parentesco con elementos de la flora actual, gran parte de ellos son relacionables con especies que habitan hoy en día en Europa (50,01%). En segundo lugar hay que resaltar el alto porcentaje de especies con afinidades asiáticas (40%). Del total de los ejemplares asiáticos, el 41,67% podría vincularse con elementos de la vegetación de Asia Oriental y el 33,33% con la de Asia Menor (regiones Euxinica e Hyrcana). Los taxones enlazados con América, África y la Macaronesia, están pobremente representados en el total con un 3,33%.

iv) Torrente de Vilella: la mayoría de ellos son relacionables con especies que habitan hoy en día en Europa (54,54%). En segundo lugar hay que resaltar el alto porcentaje de taxones asiáticos (36,36%). Del total de los ejemplares asiáticos, el 41,66% podría vincularse con especies de Asia Oriental y el 12,12% con las regiones Euxínica e Hyrcana. Los taxones macaronésicos, africanos y americanos se encuentran en la misma proporción: 3,03%.

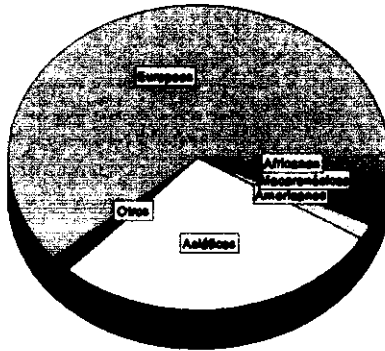
v) Barranco de Salanca: si distribuimos los taxones según su posible parentesco con elementos de la flora actual la mayoría de ellos son relacionables con especies que habitan hoy en día en Europa (60%). En segundo lugar hay que resaltar el alto porcentaje de taxones asiáticos (28,57%). Del total de los ejemplares asiáticos, un 40% podrían vincularse con especies de Asia Oriental y otro 40% con especies de Asia Menor (regiones Euxínica e Hyrcana). Los taxones macaronésicos presentan un porcentaje de 5,71%, apareciendo los africanos y americanos en una proporción de 2,86%.

Tras el análisis de estos datos llegamos a las siguientes conclusiones:

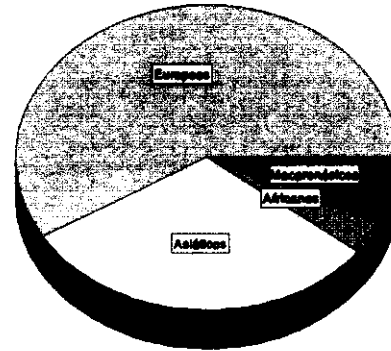
- En todos los afloramiento estudiados los porcentajes de taxones de tipo europeo son los más elevados. Debiéndose destacar en segundo lugar los taxones asiáticos.

Paleogeobotánica

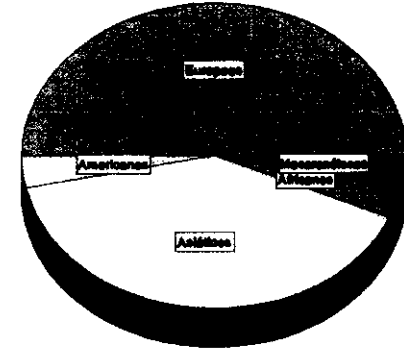
Coll de Saig



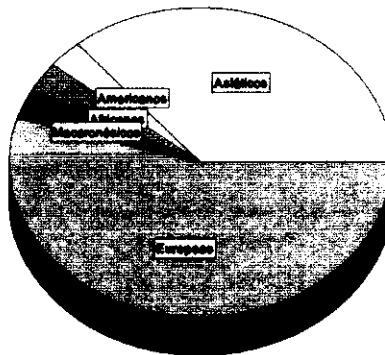
Camino de Balltarga a Bor



Beders



Torrente de Vilella



Barranco de Salanca

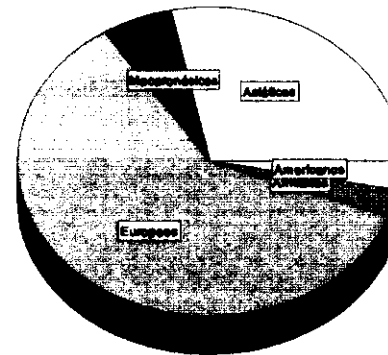


Fig. 119

- El porcentaje de elementos americanos, africano y macaronésicos es muy bajo en relación a los europeos y asiáticos. En algunos casos, como en el afloramiento del Camino de Balltarga a Bor, los americanos no están representados.

- Como excepción, es destacable el tanto por ciento de taxones macaronésicos que posee el afloramiento de Coll de Saig, que llega hasta un 5,26%, lo que vuelve a poner de manifiesto la mayor presencia de taxones de tipo subtropical colectados en esta localidad y podría indicar un clima de tipo más cálido.

En la actualidad la Cerdaña se encuentra poblada por bosques de media montaña submediterráneos y bosques subalpinos. La vegetación que existe en la zona en el valle y media montaña es un bosque de *Quercus humilis*, en la actualidad muy degradado, y sustituido por un matorral de *Buxus sempervirens* y *Juniperus communis*. En los valles son típicos prados y pastizales de siega bordeados por choperas, bosquetes de sauces y alisedas. La alta montaña se encuentra poblada por bosques de *Pinus sylvestris* y *P. uncinata*, en localidades de umbría aparece excepcionalmente *Abies alba*. Debemos destacar la presencia de bosques mixtos oligotrofos de *Fagus sylvatica* y *Abies alba* en zonas de umbría de la Sierra del Cadí (VIGO & NINOT, 1987).

Podemos observar que la vegetación que puebla actualmente la zona está adaptada a climas muchos más fríos que la que existió en el Mioceno Superior. Sin embargo, en su composición se encuentran especies que aparecen distribuidas por gran parte de Europa y Asia viviendo bajo condiciones ambientales muy diferentes como *Populus tremula*, *Salix alba*, *Fraxinus excelsior*, *Quercus humilis*, *Buxus sempervirens*, *Acer campestre*, etc...

8.4. Aspectos paleoclimatológicos

GREGOR (1990), basándose en datos paleobotánicos, expuso que en la actual región Mediterránea, desde el Oligoceno hasta el límite del Plio-Pleistoceno, se desarrolló un mesoclima de tipo templado-cálido (seguramente con microclimas particulares) con una temperatura media anual que oscilaba entre 13 y 19 °C, y una media anual de precipitaciones que oscilaba ente 1.000 y 3.000 mm.

Por su parte, BESSEDIK (1985) expuso que las tendencias climáticas hacia lo que es el clima actual comenzaron en el Mioceno Medio, pues hace 14 m.a. el Mediterráneo Occidental se aisló del Oriental a causa del desplazamiento del Bloque Sardo, por lo que se conoce la incursión de masas cálidas que provienen del océano Atlántico. Según este autor,

esa fue la causa de que se pasara de un clima tropical o subtropical, que oscilaba de subhúmedo a semiárido, a uno que denominó "premediterráneo" que concentraba los períodos de lluvias fundamentalmente en el invierno, por lo que consideró que a principios del Mioceno, en el suroeste de Europa, las precipitaciones fundamentalmente se producían en el período estival presentando un ritmo climático tropical.

Si nos circunscribimos al Mioceno Superior y al Plioceno, en las regiones cercanas al Mediterráneo, las temperaturas fueron más elevadas que las de hoy en día. Así, en el Mioceno Superior en Suiza se supone que hubo una temperatura media anual de 18-19 °C, y 17-18 °C en el Plioceno de Toscana y Lyon (HEER, 1861; SAPORTA, 1879).

AGUSTÍ & GIBERT (1981), expusieron que durante el Neógeno Inferior y el Vallesiense, el clima fue bastante homogéneo en toda Europa. Como prueba, señaban la existencia de similitudes faunísticas entre la Península Ibérica y el resto de Europa. Según estos autores, fue a partir del Turolense Inferior cuando se inició un cambio significativo en las faunas mediterráneas y centro europeas y se desarrolló una diversidad climática que apunta a hacia una sequedad en las zonas mediterráneas.

A la flora fósil de la Cerdaña, que se desarrolló durante el Vallesiense y el Turolense, hay que entenderla como una flora de montaña con dominancia de elementos arctoterciarios dentro de un contexto "mediterráneo", ya que la cercanía de este mar debió condicionar el clima de la zona.

El carácter montano de la flora sugiere por la existencia de taxones como *Abies* el cual aparece abundantemente representado por granos de polen en varios afloramientos como el de Prats, y, de forma segura, por piñones y ramas en gran parte de los afloramientos que han proporcionado macroflora. Esto se contradice con lo expuesto por SUC (1989), quien decía que el polen de *Abies* aparece en la Cerdaña de una forma discreta y, por lo tanto, no aporta datos sobre la altitud de las cimas que rodeaban la zona de estudio.

El género *Abies* informa sobre las condiciones montanas de la zona ya que habita siempre en zonas húmedas y frías (BARBÉRO & QUÉZEL, 1975), y estas condiciones durante el Terciario Superior en la Península Ibérica sólo se hallaban en las regiones montañosas.

Si desde el punto de vista de los requerimientos térmicos se reúne la totalidad de los taxones determinados a partir de granos de polen y de macrorrestos, se obtienen los siguientes porcentajes (Fig. 120):

Requerimientos térmicos	Palinomorfos	Macrorrestos
1- Megatérmicos y mega/mesotérmicos	1,00	0,00
2- Mega/mesotérmicos	6,00	7,69
3- Mega/mesotérmicos y mesotérmicos	1,00	0,00
4- Mesotérmicos	29,00	30,77
5- Mesotérmicos y meso/microtérmicos	4,00	15,38
6- Meso/microtérmicos	16,00	13,84
7- Meso/microtérmicos y microtérmicos	5,00	13,31
8- Microtérmicos	2,00	0,00
9- Plurirregionales	30,00	16,92

Fig. 120.

Debemos indicar que, por una parte, los porcentajes calculados no suman 100, ya que no hemos tenido en cuenta los taxones que no se han podido englobar bajo ningún requerimiento térmico concreto; y por otra, que se han estimado por separado taxones con dos requerimientos térmicos diferentes.

Tras observar el contenido de la tabla se aprecia que los palinomorfos poseen representantes de todos los grupos menos de los estrictamente megatérmicos. Por el contrario, los macrorrestos no tienen representación de los grupos 1, 3 y 8. Esto pudiera ser debido a un problema de ídole tafonómica, ya que se han determinado muchos más taxones a partir de palinomorfos que de macrorrestos. Por esta misma razón, aparecen los elementos plurirregionales con un porcentaje más alto en el conjunto de los palinomorfos.

Sin tener en cuenta a los plurirregionales se observa que los taxones mesotérmicos (4) se encuentran con un mayor porcentaje muy parecido tanto en el conjunto de los macro como en el de los microrrestos. La mayoría del resto de los taxones determinados se pertenecen a los grupos 5, 6 y 7, lo que parece indicar que el clima de la zona debió ser predominantemente templado.

En este caso, para la comprensión del desarrollo de las condiciones climáticas que reinaron en la Cerdaña durante el Mioceno Superior, los datos aportados por los macrorrestos pueden ser de mayor ayuda que los aportados por los microrrestos, ya que podemos llegar en

su determinación al rango taxonómico de especie. Así, en uno de los apartados anteriores, usando un criterio fisonómico, hemos podido deducir que tres de los afloramientos estudiados particularmente los de Beders, torrente de Vilella y barranco de Salanca, poseen una flora templada de tipo mixto mesofítico.

Dada la cantidad de palinomorfos asignables a Pinaceae hallados en algunos afloramientos no podemos descartar que en alturas superiores al lago ceretano se desarrollara un bosque mixto de coníferas, en el sentido propuesto por WOLFE (1979). BESSEDIK (1985), explicaba que este tipo de bosque se encontró muy bien representado a lo largo del Mioceno, y en una catena hipotética de vegetación, por debajo de estos bosques se desarrollarían laurisilvas. WOLFE (1971), aduce que los actuales bosques mixtos mesofíticos del Este de Asia poseen una media anual de temperaturas de 11°C y una media anual del rango de temperaturas de 26°-22°C.

Como hemos explicado en el capítulo de Paleoecología, es posible reconstruir los ecosistemas vegetales de una zona a partir de las morfologías foliares de las especies que los integran. Del mismo modo, se pueden realizar inferencias climáticas. Las mismas técnicas son aplicables a los restos foliares fósiles, como han puesto de manifiesto varios autores (WOLFE, 1971, 1977, 1978, 1981a; SPICER, 1989a).

WOLFE (1971), mantiene que para poder inferir datos paleoclimatológicos a partir de una flora fósil, debemos contar con una asociación de al menos 30 especies descritas a partir de restos foliares. Nosotros no hemos conseguido ese número de taxones nada más que en el afloramiento de Coll de Saig. Sin embargo, es posible que los afloramientos estudiados no puedan proveernos de un mayor número de especies ya que las asociaciones estudiadas por WOLFE (1971), al ser paleocenas y de carácter tropical y subtropical presentan, por lo tanto, un número mucho más elevado de especies que las asociaciones relativas a una climatología templada. Esto se vería confirmado por la presencia ya comentada de un mayor número de especies en el afloramiento de Coll de Saig.

Si se consideran la totalidad de los taxones determinados, se obtienen los siguientes tantos por ciento:

Afilas:	0%
Leptófilas:	5,66%
Nanófilas:	7,54%
Micrófilas:	15,09%

Notófilas: 18,87%

Mesófilas: 47,17%

Megáfilas: 5,66%

Particularmente, los porcentajes de tipo foliar inferidos en los afloramientos que han proporcionado un número significativo de taxones son los siguientes (Fig. 121):

Afloramiento	Tipo foliar						
	Áfilo	Leptófilo	Nanófilo	Micrófilo	Notófilo	Mesófilo	Megáfilo
Coll de Saig	0	6,52	6,52	10,87	19,56	50,00	6,52
Camino de Balltarga a Bor	0	9,09	4,54	13,63	22,72	54,54	0
Beders	0	8,69	0	8,69	17,39	65,22	0
Torrente de Vilella	0	3,84	11,54	7,69	19,23	57,69	0
Barranco de Salanca	0	3,70	7,41	7,41	18,52	62,96	0

Fig. 121

Al estudiar el conjunto de los porcentajes hallados, debemos reseñar que el tipo foliar que predomina en las asociaciones de la Cerdaña es el mesófilo, y en segundo lugar el tipo notófilo. Según WOLFE (1981a), los datos obtenidos indicarían que los bosques que se desarrollaron en la Cerdaña serían de tipo "mixto mesofítico". Es decir, la vegetación dominante habría sido de tipo mesófilo, aunque siempre un conjunto de taxones notófilos perennifolios se encuentra presente como pequeños árboles y arbustos en un porcentaje que varía entre 15-30%. Las coníferas aparecen como elementos menos importantes. También las plantas con hojas más pequeñas que las notófilas aparecen bien representadas en estas comunidades. En este tipo de bosque las hojas palmadas tienen unos porcentajes de 8-10%.

Estos datos se apartan de lo expuesto por ÁLVAREZ RAMIS (1981, 1983), en trabajos previos acerca de la inferencia climática a través de los datos fisonómicos de los restos foliares ceretanos, quien expone unos porcentajes muy altos para las hojas micrófilas y leptófilas y muy bajo para las mesófilas. Pensamos que esta autora no consideró que los restos foliares colectados en los afloramientos presentan un tamaño medio menor al que debieron poseer las hojas de los árboles que habitaban la zona debido a una selección por tamaños durante el transporte de éstas a la zona de fosilización. A diferencia de lo expuesto

en 1983 por la autora anteriormente citada, se han encontrado en el afloramiento de Coll de Saig tres taxones megáfílos, lo que parece corroborar que la benignidad del clima fue mayor durante la deposición de los materiales de este afloramiento.

El que los bosque fueran de tipo mesófilo está probado porque, como ya hemos apuntado con anterioridad en el capítulo de Paleoecología, el 63,63% de los taxones determinados son caducifolios y el 36,37% perennifolios.

Además, si calculamos el porcentaje de tipos de margen foliar teniendo en cuenta el número total de taxones, el 63,15% poseen hojas con margen aserrado frente a un 36,85% con margen liso. Estos porcentajes sí parecen coincidir con los expresados por ÁLVAREZ RAMIS (1983), aunque esta autora concluye calificando la flora ceretana de subtropical, cuando en realidad los porcentajes se ajustan a una de tipo templado o templado cálido según lo expresado por KNOBLOCH (1992).

Si se calcula el tipo de margen foliar para cada afloramiento, obtenemos los siguientes resultados (Fig. 122):

Afloramientos	Tipo de margen (porcentajes)	
	Aserrado	Liso
Coll de Saig	55,00%	45,00%
Camino de Balltarga a Bor	60,00	40,00
Beders	76,19	23,80
Torrente de Vilella	72,72	27,28
Barranco de Salanca	62,50%	37,50

Fig. 122

La información que suministran estos porcentajes ratifica el carácter templado de la vegetación al hallarse siempre mayor número de taxones con hojas de margen aserrado. Si se comparan estos valores con los expuestos por WOLFE (1971), sobre la relación existente entre la flora actual del Este de Asia y el tipo de margen, hay que volver a destacar el afloramiento de Coll de Saig que es el que posee tantos por ciento menores de taxones con hojas de margen aserrado, debido a la mayor presencia de taxones subtropicales con hojas de margen liso. Por el porcentaje de taxones con hojas de margen liso podría compararse con la flora de Taiwan que es de tipo subtropical. Quizás lo mismo pudiera decirse de la del camino

de Balltarga a Bor, pero en éste los porcentajes de taxones de margen liso aumentan por un defecto de colecta, ya que es la localidad en la que hemos obtenido menor cantidad de restos.

Los otros tres afloramientos (Beders, torrente de Vilella y barranco de Salanca) deberían relacionarse con los bosques mesofíticos chinos del Norte de Kiangsi, Sur de Anhwei, Este de Szechuan-Oeste de Hupeh y Sur de Kiangsu como se pone de manifiesto al contrastar la proporción de taxones colectados con el margen liso con los aportados por WOLFE (1971) para los bosques del Este de Asia.

Las apreciaciones fisonómicas que hemos realizado combinadas con el factor altitudinal, puesto que la Cerdaña se encontraba a unos 1.100 m de altura sobre el nivel del mar, podrían ser coincidentes con la zonación altitudinal que posee Japón (WOLFE, 1979), suponiendo que las condiciones climáticas actuales, más frías que las terciarias han desplazado la flora unos cuantos grados hacia el sur. Así, coincidiendo los 1.100 m y dada la latitud de la zona, en la depresión ceretana se debió desarrollar de forma predominante el ya citado bosque mixto de tipo mesofítico.

Pudiera ser que siguiendo el razonamiento de BESSEDIK (1985), que dice que en una hipotética catena las laurisilvas se desarrollarían a menor altura por debajo de los bosques mesofíticos, el clima se hiciese más cálido en algunos períodos y las laurisilvas migraran altitudinalmente en la zona. Esto explicaría el tipo de vegetación subtropical del afloramiento de Coll de Saig. En este caso los bosques mesofíticos se desarrollarían en cotas superiores. De forma indicativa, señalaremos que WOLFE (1971), da una media anual de temperaturas para bosques del Este de Asia de 19°C y una media del rango de temperaturas de 12°-19°C.

MENÉNDEZ AMOR (1955, 1958), calificó el clima del Mioceno Superior ceretano como: "de veranos largos y cálidos, inviernos moderadamente fríos y abundantes precipitaciones en todas las estaciones del año"; comparándolo con el de la actual área eurosiberiana. Nosotros pensamos que más que con el área eurosiberiana se debería comparar con algunas regiones del Este de Asia como las chinas anteriormente citadas y las regiones Euxínica e Hyrcana en Asia Menor.

ÁLVAREZ RAMIS (1981, 1983), ÁLVAREZ RAMIS & SANZ PECIÑA (1979) y ÁLVAREZ RAMIS *et al.* (1979), calificaron la flora ceretana como "montana subtropical seca". Como ya hemos repetido varias veces, quizás pudiera considerarse como subtropical la vegetación que refleja el afloramiento de Coll de Saig, pero en ningún caso la flora de la Cerdaña podría calificarse como seca. Es posible que las precipitaciones variasen en algún

período determinado, posiblemente cuando la vegetación herbácea predominaba sobre la arbórea, y cuando en algunos afloramientos, como los del barranco de Salanca y torrente de Vilella, aumenta el número de coníferas en detrimento de las frondosas y viceversa, o cuando aparecen con unos porcentajes elevados taxones como las Arecaceae (esto último ocurre en el vertedero de Sampsor). No obstante, creemos que en general las precipitaciones debieron tener un valor que oscilaría alrededor de los 1.000 mm anuales, luego más que seca debería considerarse húmeda. En la actualidad la media anual de precipitaciones en la Cerdaña se encuentra entre 900-1.000 mm en las zonas más bajas y 1.800-2.000 mm en las montañas (FOLCH I GUILLÉN, 1986), luego parece que el índice de precipitaciones no es muy diferente al que se desarrollaba en el Vallesiano en la zona de estudio.

SANZ DE SIRIA (1985), al contrario que ÁLVAREZ RAMIS (1981, 1983), consideró un clima de tipo templado, y expuso unas medias térmicas para el Vallesiano de entre 16°-18°C. De la misma opinión que SANZ DE SIRIA era KNOBLOCH (1992), quien juzgó que en lugar de subtropical, el clima debió ser de tipo cálido templado. Nosotros estamos en parte de acuerdo con ambos autores en base a los datos obtenidos, si exceptuamos el afloramiento de Coll de Saig y los períodos fríos que se infieren en los diagramas polínicos de las minas de Sanavastre y Sampsor y en los afloramientos del barranco de Salanca y torrente de Vilella, cuando existe un incremento de los porcentajes del género *Betula*, descendiendo otros taxones de requerimientos más termófilos.

RÉROLLE (1884-1885) para el Mioceno Superior ceretano enunció unas temperaturas medias anuales inferiores a 17°-18°C (que son las temperaturas dadas por Saporta para el Plioceno de Meximieux), 12°C para la media invernal y 10°C para la media del mes más frío. Por su parte, MENÉNDEZ AMOR (1955), supuso la isoterma anual en unos 15°C, la del mes de Enero en 6,5°C y la del mes de Julio en 24°C.

Nosotros pensamos al igual que MENÉNDEZ AMOR (1955), que la isoterma anual se encontrara alrededor de 15°C. Seguramente la media del mes más frío estuvo alrededor de 5°C, aunque la zona en invierno estuvo sometida a heladas. Volvemos a mencionar como caso aparte la flora colectada en Coll de Saig, ya que posiblemente no sufriera heladas y la media de temperaturas del mes más frío superara los 5°C.

Hoy en día, la media anual de Temperaturas en las zonas más bajas se encuentra entre 8°-12°C y la media del mes más frío sobre los 0°C pero por debajo de los 5°C; y en las más altas, la media anual es de 3-7°, siendo la del mes más frío de 0° (FOLCH I GUILLÉN, 1986).

Luego como se puede observar, durante el Vallesiense en la Cerdaña se desarrolló un clima más cálido que en la actualidad.

También debemos mencionar como caso único, la flora que refleja el afloramiento de Can Vilella, datado como Turoliense (AGUSTÍ & ROCA, 1987). En este afloramiento no se han colectado macrofósiles y la información paleobotánica que se tiene procede de palinomorfos que no han permitido ratificar la edad inferida a partir de micromamíferos. El período Turoliense descrito en facies continentales del Mioceno Continental del Tetis corresponde en parte con el Messiniense, descrito a partir de facies marinas del Mioceno terminal. Durante el Messiniense tuvo lugar la denominada crisis de salinidad (SUC *et al.*, 1992). Durante esta época se cerró el paso entre el mar Mediterráneo y el océano Atlántico, produciéndose una regresión marina en la zona mediterránea que formó lagos hipersalinos.

El contenido palinológico de Can Vilella apunta a una desaparición casi total de los taxones forestales, si exceptuamos las Pinaceae y Cupressaceae, y un desarrollo de los taxones herbáceos. Posiblemente se formaron praderas y bosques abiertos, lo cual es relacionable con los roedores determinados en este afloramiento a partir de dientes (AGUSTÍ & ROCA, 1987), ya que algunos de ellos indican medios abiertos. Es posible que estas praderas se formaran a causa de un descenso de las precipitaciones que impidiera el desarrollo de bosques. Según ROIRON & SUC (1990), en el Mioceno Superior del Sur del Mediterráneo hubo condiciones termo-xéricas, como indican los palinomorfos de elementos megatérmicos como *Avicennia*, *Sindora*, *Alchornea*, etc..., y los granos de polen de plantas propias de vegetación abierta como *Lygeum*, *Calligonum*, Asteraceae, etc...

Quizás los datos palinológicos de Can Vilella pudieran señalar el desarrollo de la "crisis de salinidad". Sin embargo otros autores, como GREGOR (1990), dicen que la crisis del Messiniense no tuvo como resultado un cambio mesoclimático general en la zona, sino que primeramente fue un cambio geológico con pequeños efectos microclimáticos, lo cual nos lleva a considerar al afloramiento de Can Vilella como un caso aislado, ya que por una parte no hemos podido estudiar más afloramientos Turolienses en la zona, y por otra, el establecimiento de praderas ya se había puesto de manifiesto durante el Vallesiense en la mina de Sampson.

8.5. Comunidades vegetales inferidas.

Desde el descubrimiento de la paleoflora ceretana distintos autores han tratado de

realizar una reconstrucción de las distintas comunidades vegetales que poblaron la zona. RÉROLLE (1884-1885) fue el primer autor que la estudió de forma exhaustiva describiendo 5 diferentes de la siguiente manera:

1- "...un grupo de grandes árboles forestales que comprende un haya, un roble con múltiples variedades, dos *Zelkova*, dos tilos, especies que, amigas de estaciones un poco frescas, debieron crecer abundantemente y formar bosques espesos en las riveras del lago".

2- Un conjunto de plantas entre las que reúne un abedul, ciertos arces, un castaño, un abeto y dos coníferas, que se encontrarían relegados a las cimas montañosas y terrenos esquisto-graníticos. Estos vegetales, según el autor, se hallaban en declive. Aunque no explicó si éste era consecuencia de la competencia ecológica que pudieran haber entre estas con las de la asociación 1.

3- "El carpe y el álamo temblón establecen la transición con los árboles y arbustos que prefieren el fondo de los valles, el borde de los arroyos y que penetran menos en los bosques, y que están representados sobre todo por el aliso, el álamo blanco, un fresno y un sauce..."

4- "La encina y algunas raras especies arbustivas, el boj, el enebro, debieron gustar de cotas secas".

5- "...el *Potamogeton*, la osmunda, la castaña de agua, las cañas o las cyperáceas, poco determinables, formaron un grupo de plantas herbáceas amigas de lugares turbosos o de aguas estancadas".

Estas "asociaciones" descritas por RÉROLLE (1884-1885), si bien son cuestionables, no son disparatadas si tenemos en cuenta la época en que fueron descritas. Este autor trató de relacionar los datos neobotánicos que se poseían acerca de la flora pirenaica, con la información que obtuvo a partir de los fósiles colectados. Es curioso que estimó en declive, y/o relegados a zonas montañosas, a las especies de abedul, castaño, arce y abeto descritas por él. Esto fue debido por una parte a que no tienen comparación con las que habitan hoy en día en los Pirineos, y por otra a que las relacionaba con taxones asiáticos, americanos, y con especies que en la actualidad tienen un área de distribución geográfica muy restringida. Éste es el caso del abeto descrito como *Abies saportana* que comparaba con *A. pinsapo*.

Más adelante, MENÉNDEZ AMOR (1955), volvió a estudiar la flora ceretana desde un punto de vista paleoecológico e intentó reunir las especies que describió en 6 comunidades. A continuación transcribimos la hipotética catena de vegetación de la zona, que figuró esta autora, que incluye el lugar geográfico en donde se desarrollaron las comunidades y los

géneros que las integrarían:

- a) Zona de lago: *Potamogeton*, *Typha* y *Trapa*.
- b) Terreno pantanoso: *Taxodium*.
- c) Zona de influencia de las crecidas: *Glyptostrobus*, *Quercus* y *Myrica*.
- d) Zona de valle: *Cotoneaster*, *Alnus*, *Sassafras*, *Acer*, *Ilex*, *Populus*, *Fraxinus*, *Ulmus*, *Fagus*, *Juglans*, *Zelkova* y helechos.
- e) Vertientes montañosas: *Laurus*, *Cinnamomum*, *Carpinus*, *Quercus*, *Fagus*, *Castanea*, *Ulmus*, *Acer* y *Fraxinus*.
- f) Cumbres: *Pinus* y *Abies*.

Topográficamente hablando, estas zonas existieron en efecto en la Cerdaña, aunque la distribución de los taxones que mencionó posiblemente no fuera la expresada. Por ejemplo, el género *Alnus* pobló zonas de valle, más concretamente riberas del lago o de ríos o lugares pantanosos, aunque tampoco podemos descartar que *Alnus* habitara laderas de montaña siguiendo los cursos de ríos y torrentes; *Abies* seguramente entró a formar parte de comunidades mixtas con frondosas, por ejemplo hayedos, por lo que pudo integrar tanto comunidades de montaña como de valle, etc... Además, algunos de los géneros mencionados como macrorrestos por MENÉNDEZ AMOR (1955), no han sido encontrados por nosotros, por ejemplo *Taxodium*, *Sassafras*, *Cotoneaster*, etc...

En 1981, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE POSSE, mencionaron la existencia de 5 "fitoasociaciones": a) fitocenosis acuática, b) fitocenosis correspondientes a riberas y pantanos (higrófitas), c) fitocenosis característica de bosques de llanuras y valles, d) fitocenosis montana propia de laderas montañosas por encima de los 600 m, y e) fitocenosis dominantes en las cimas montañosas.

Pensamos que estas autoras trataban de relacionar la existencia de zonas topográficas con un conjunto de taxones previamente determinados. Sin embargo, esto no aclara nada ya que en cualquiera de las zonas mencionadas, por ejemplo la montaña, se pudieron desarrollar más de una fitocenosis dependiendo de la exposición, tipo de suelo, precipitaciones, influencias de nieblas, altura, etc...

Los autores mencionados anteriormente parece que no tuvieron en cuenta al describir sus "asociaciones" el sesgo tafonómico que tienen los restos vegetales de la Cerdaña. Además sus trabajos están referidos a macrorrestos, lo que condiciona la información paleobotánica y la circunscribe principalmente al conocimiento de la existencia de ciertas formaciones

arbóreas y a algunas de plantas herbáceas de ribera, como *Typha latissima*, y acuáticas.

Previamente a la descripción de las posibles comunidades que existieron en la zona hay que tener en cuenta, a nuestro juicio, los siguientes aspectos que pasamos a reseñar a continuación:

a) No podemos asegurar que las comunidades que están reflejadas a partir de los fósiles fueran climáticas, entendiendo como comunidad vegetal las unidades que comprende la vegetación en un área de paisaje (RITCHIE, 1986). Como explicaba WHITE (1979), la variación temporal en una comunidad debe contemplarse como una configuración más de la misma. La vegetación es estructuralmente dinámica a causa de perturbaciones naturales. El climax sólo puede ser descrito en referencia a un contexto específico del medio ambiente, y este contexto no puede ser definido sin incluir perturbaciones y otros caracteres dinámico-productivos de la propia comunidad (WHITE, 1979).

Por ejemplo, BRUBAKER (1986), expuso que existen especies arbóreas que pueden sobrevivir largos períodos de tiempo en zonas de clima marginal y, si las condiciones climáticas cambian, colonizan nuevas regiones. Estas especies marginales podrían aparecer en nuestra asociación fósil dándonos una imagen diferente de lo que era la comunidad.

El mismo autor citado explica que algunas especies arbóreas poseen una gran plasticidad ecológica. Por ejemplo, *Tsuga heterophylla* es una especie característica del climax en zonas de baja altura en el Oeste del estado de Washington, pero si se incrementa la elevación aparece como una especie propia de estados sucesionales primarios. Quizás al analizar los fósiles obtenidos estemos realmente describiendo una comunidad no en base a vegetales en estado climático, sino en estado sucesional.

b) Según CROSS & TAGGART (1982), una vegetación controlada climáticamente es está sometida a un conjunto de factores ("factor complex"), entre estos hay que mencionar: elevación, exposición de laderas y factores edáficos, mejoras microclimáticas, potencial biótico de la región, distribución de la comunidad en el pasado y el grado y el tiempo de actuación de los eventos que molestan o rompen la estructura de la comunidad.

Teniendo en cuenta estos factores, la vegetación que se desarrolló en la Cerdaña durante el Mioceno Superior, era un mosaico diverso de tipos de comunidades en equilibrio con el clima. Esta vegetación, como cualquier otra, estuvo sometida a distintos meteoros y/o a procesos bruscos de destrucción (fuegos, avalanchas, etc...). En el caso de la Cerdaña hemos detectado la presencia de paleoincendios, como el que se refleja en los sedimentos de la

Gravera de Pi. Estos debieron destruir periódicamente la vegetación sometiéndola a cambios sucesionales.

También se han colectado varios restos con señales de infección por insectos y hongos (VILLALTA, 1957; FERNÁNDEZ MARRÓN, 1978; DIÉGUEZ *et al.*, in press.). Por lo que, quizás, la vegetación de la Cerdaña pudo haber sufrido plagas.

c) como explicaba SPICER (1981), los límites entre comunidades raramente se encuentran bien definidos en la vegetación natural, y en muchas ocasiones, los ecotonos tienen una extensión mayor que las comunidades mismas. Con respecto a esto, el autor anteriormente mencionado explica que los palinólogos tratan a cada comunidad como una distinta fuente de polen, y esto no es así ya que los ecotonos tienen como consecuencia que todos los elementos se encuentran mezclados.

Con respecto a la Cerdaña, ya MENÉNDEZ AMOR (1955), expresó que la zona de ecotonía debió ser muy amplia y especialmente existente entre la vegetación de los valles y de las vertientes montañosas. Nosotros estamos de acuerdo con esta autora, ya que esto se pone de manifiesto cuando estudiamos el conjunto de los macrorrestos. Como hemos apuntado en el capítulo de tafonomía, los restos macroscópicos que caen al lago no provienen de zonas muy alejadas, y por ejemplo en algunos afloramientos hemos encontrado restos de lauráceae y de *Pinus* que posiblemente pertenecieran a comunidades diferentes pero que seguramente habitaron en el mismo momento zonas del valle con las mismas características climáticas y topográficas.

Se describen las agrupaciones que pudieron existir en la Cerdaña durante el Mioceno Superior teniendo en cuenta tanto los datos palinológicos como los macroflorísticos. Es posible que algunas no constituyeran realmente una comunidad y/o que estemos describiendo etapas sucesionales y no climáticas. Estas comunidades están inferidas a partir de un registro fósil sesgado, por lo que en todos los casos podemos hacernos a la idea de que fueron mucho más ricas en número de taxones.

Las comunidades se van a referir como "unidades de paisaje", o de taxones dominantes, y no desde un punto de vista fitosociológico, porque es imposible realizar un estudio de este tipo sobre los especímenes fósiles con los que hemos trabajado.

- Descripción de las comunidades:

a) formaciones herbáceas:

- Comunidades acuáticas: debieron ser muy diversas, pero sólo podemos deducir su existencia a partir de escasos restos macroscópicos como hojas de *Nymphaeaceae* y *Potamogeton orbiculare*, frutos de *Trapa* y palinomorfos de *Nymphaeaceae*, *Potamogeton*, *Trapa* y *Myriophyllum*. Posiblemente existiera más de un tipo de comunidad vegetal acuática dependiendo de la batimetría y claridad de las aguas.

- Comunidades herbáceas anfíbias: integradas por *Poaceae*, *Sparganiaceae*, *Typhaceae* y plantas del género *Polygonum* y de la familia *Droseraceae*. Debieron formar comunidades del tipo cañaveral y carrizal en zonas anegadas todo el año, o inundadas sólo durante algunos períodos, con poca profundidad. Parece ser que las comunidades de este tipo tuvieron gran importancia en algunos momentos, como indican los porcentajes de palinomorfos en algunos niveles de las minas de Sampsor y Sanavastre.

- Praderas de montaña: la posible existencia de praderas se pone de manifiesto en la mina de Sampsor, Camino al Serrat de Nas y en Can Vilella. Fundamentalmente compuestas por gramíneas, su formación se pudo deber a que las comunidades forestales fueran destruidas a causa de fenómenos como el fuego. Es decir, pudiera ser que estas praderas fueran etapas sucesionales. Sin embargo, quizás estas praderas fueran climácicas, debido a que las condiciones ambientales no permitieran el desarrollo de bosques. En estas praderas se incluirían otras herbáceas como *Asteraceae* tubulifloras y ligulifloras, *Caryophyllaceae*, *Cistaceae* como *Helianthemum*, *Phlomis*, *Lamiaceae*, *Primulaceae*, *Liliaceae*, tipo *Ononis*, *Valeriana*, *Scabiosa*, *Linum*, etc...

- Sotobosque: aquí no sólo se incluirían plantas herbáceas, sino también arbustos de distintos taxones como rosáceas, quizás del mismo tipo que los detectados a partir de polen en el afloramiento de la carretera de Bellver de Cerdanya a Pi. Debieron ser muy importantes las helechadas como rebela la gran cantidad de esporas halladas en algunos niveles de las minas de Sampsor y Sanavastre, en el vertedero de Sampsor y Can Vilella.

Es posible que distintos helechos, como *Osmunda pascuensis*, y dicotiledóneas como *Epilobium*, formaran parte del sotobosque de zonas ribereñas.

b) *formaciones arbustivas*: en la Cerdaña debieron existir distintos tipos de comunidades arbustivas, que, en muchos casos, debieron ser etapas sucesionales de las formaciones arbóreas descritas. Entre los taxones arbustivos debemos distinguir: *Juniperus* sp., *Berberidaceae*, *Myrica*, *Corylus*, *Cistus*, *Ericaceae*, *Sapotaceae*, *Rosaceae*, *Buxus*, *Ilex*,

Thymelaeacea, *Cornus*, *Rhamnus*, *Ligustrum*, *Phyllirea*, *Viburnum*, *Sambucus*, distintos tipos de Lamiaceae, Rosaceae y Fabaceae, etc... Hay que mencionar que muchas de estas plantas pudieron llegar a ser nanofanerófitos y formar parte del dosel arbóreo.

c) *formaciones forestales:*

- Comunidades boscosas de ribera y pantano: bajo esta amplia denominación integramos un conjunto de plantas de muy diverso tipo que se encontraban ligadas de una u otra forma al medio acuático. Así, taxodiáceas como *Glyptostrobus europaeus*, juglandáceas como *Carya* y *Pterocarya*, nyssáceas como *Nyssa* y myricáceas como *Myrica lignitum* y *Myrica linearis*, pudieron formar bosques o bosquetes en zonas con una lámina de agua constante de pocos centímetros de profundidad. Es posible que géneros como *Alnus*, *Salix* y *Populus* también pudieran integrarse en estos bosques de pantano. Sin embargo, debieron participar en las comunidades de ribera de lago o de cursos hídricos tal vez formando bosques galería. También podrían relacionarse con estas asociaciones géneros como *Betula*, *Sambucus*, *Fraxinus* y *Ulmus*, además de las plantas herbáceas ya mencionadas en el punto anterior.

- Comunidades de Ulmáceas: posiblemente estos bosquetes formaran rodales en lugares de alta humedad edáfica. Quizás se desarrollaran en una posición inmediatamente posterior a la de las formaciones riparias. La especie que parece que dominaba en esta formación era *Zelkova zelkovaefolia*, junto con ella quizás se desarrollaran Hamamelidaceae del tipo *Parrotia*. Restos foliares asignables a este taxón se han encontrado en muchos de los afloramientos ceretanos, destacándose por su abundancia el del torrente de Vilella por la cantidad de restos que ha proporcionado. También es posible que en esta formación se integrara *Ulmus* sp., quizás este género llegara a desplazar a *Zelkova* en algunos momentos como posiblemente indican los palinomorfos del afloramiento del vertedero de Sampsor. Aunque pudiera ser que *Ulmus* formara comunidades distintas a las de *Zelkova*.

En las islas de Creta y Sicilia, el género *Zelkova* se asocia a plantas de tipo mediterráneo, es posible que del mismo modo lo hiciera con especies termófilas de los géneros *Juglans*, *Olea*, *Phyllirea*, cf. *Cedrela*, *Elaeagnus*, *Buxus*, tipo *Robinia*, *Parthenocissus*, *Ligustrum*, *Lonicera*, *Viburnum*, y quizás con especies como *Acer integerrimum*, *Acer subcampestre*, cf. *Castanea* sp., *Quercus mediterranea*, *Ostrya* sp., *Corylus* sp., *Carpinus neilreichii* y *Fraxinus numana*. También es posible que esta comunidad se encontrara

estrechamente relacionada con las laurisilvas, en donde se desarrollaban elementos termófilos del mismo tipo ya mencionado.

- Comunidades de Aceráceas: deducimos la existencia de estas formaciones por los altos porcentajes de *Acer pyrenaicum* encontrados. Ya hemos comentado que esta especie, por el elevado número de restos foliares, pudiera haber formado parte de asociaciones riparias, pero que la baja relación que hemos encontrado de sámaras (posiblemente las sámaras de tipo 1 deban ser relacionadas con esta especie), con respecto a hojas, hacen pensar que esta especie no formó parte de las formaciones de las riberas de los ríos, lagos y zonas pantanosas. Durante el Terciario es posible que las comunidades de Aceraceae hubieran tenido en Europa una mayor importancia de la que tienen ahora. En la actualidad se comportan como especies acompañantes de formaciones forestales como robledales, encinares, hayedos, e incluso aparecen en orlas espinosas. Es posible que durante el Terciario formaran bosques extensos como en la actualidad ocurre en algunas regiones de Norteamérica. Luego, no es absurdo pensar que *Acer pyrenaicum* pudiera formar bosques o bosquetes con cierta extensión en algunas localidades. Sin embargo, no podemos descartar que acompañara a otras formaciones vegetales como hayedos, robledales, bosquetes de ulmáceas, etc... Con los arces pudieron asociarse taxones como *Carpinus*, *Juglans*, *Corylus*, *Quercus*, *Tilia*, *Lonicera*, *Parthenocissus*, *Ilex*, *Rhamnus* y cf. *Castanea* sp., así como otras especies de arces como *Acer pseudocampestre*.

- Laurisilvas: la existencia de este tipo de formación está indicada por plantas notófilas con hojas de tipo perennifolio. Debió tratarse de una comunidad en donde *Quercus drymeja* era la especie dominante. En segundo lugar, la especie mejor representada debió ser *Persea princeps*. Además, en esta comunidad debieron incluirse las lauráceas: *Daphnogene eugeniae*, *Daphnogene* sp., *Laurophyllum* sp. y cf. *Ocotea* sp. Los representantes de esta formación se colectaron en una elevada proporción en el afloramiento de Coll de Saig, quizás debido a que durante la deposición de los sedimentos de este afloramiento las condiciones ambientales favorecieron su desarrollo. En estas comunidades también debieron participar: Cupressaceae, *Juglans acuminata*, *Platycarya*, *Myrica marginalis*, *Myrica lignitum*, Clethraceae-Cyrillaceae, Sapotaceae, *Acacia*, *Caesalpinia*, Fabaceae, *Buxus pliocenica*, *Rhamnus*, *Acer integerrimum*, Myrsiniaceae, aff. *Aralia* sp., *Ilex*, Arecaceae, *Smilax hastata*, y quizás otros géneros como *Olea*, *Phyllirea*, *Ligustrum*, *Quercus mediterranea*, *Viburnum* y *Elaeagnus* que también pudieron acompañar a las formaciones de *Zelkova zelkovaefolia*.

Posiblemente en estas comunidades existían gran cantidad de helechos que formaban parte del sotobosque.

- Robledales: estos bosques debieron encontrarse dominados por *Quercus hispanica*, especie que poseyó hojas marcescentes o caducas. Estas formaciones no debieron poseer follajes tan tupidos como los de las laurisilvas y posiblemente fueron ricas en taxones típicos de sotobosque como Ericaceae, *Ilex*, *Cornus*, *Rhamnus*, *Viburnum*, *Ligustrum*, *Buxus pliocenica*, Berberidaceae, Rosaceae y *Corylus*.

Ya hemos mencionado que en algunos afloramientos como los de San Salvador, Camino de Balltarga a Bor y Torrente de Vilella, los porcentajes de *Corylus* parecen variar a la vez que los de *Quercus*. Posiblemente, este género se desarrollara como miembro del sotobosque en robledales de este tipo, aunque tampoco podemos descartar su presencia en otras formaciones vegetales como bosquetes de ulmáceas, hayedos y bosques de coníferas. Debemos mencionar también que las helechadas debieron tapizar los suelos de estos robledales, destacándose *Pteridium oeningense*. Entre las especies arbóreas que también debieron formar parte de estas comunidades se encontrarían *Acer pseudocampestre*, quizás también *Acer pyrenaicum*, *Juglans*, cf. *Castanea* sp., *Carpinus neilreichii*, *Ostrya* sp., *Tilia vidalii*, leguminosas del tipo *Robinia*, etc... En este tipo de bosque debieron ser comunes plantas lianoides como *Lonicera*, *Parthenocissus* y *Hedera*.

- Hayedos: la especie más común en los hayedos del Mioceno Superior ceretano fue *Fagus gussonii*, dada la gran cantidad de restos foliares colectados y de palinomorfos de tipo *Faguspollenites gemmatus* contabilizados. La otra especie de haya descrita, *Fagus pristina*, pudiera haberse desarrollado de forma más escasa en la zona por varias razones: a) compitiera desfavorablemente con *F. gussonii*, b) necesitara condiciones más cálidas para su desarrollo. Es posible que *F. pristina* pudiera entrar a formar parte de asociaciones típicas de ambientes más benignos como son los bosquetes de *Zelkova*. En los hayedos se encontrarían como especies acompañantes *Betula insignis*, *Tilia vidalii*, *Carpinus grandis*, *Cornus*, *Hedera*, *Populus tremulaefolia*, *Fraxinus numana* y quizás alguna especie de *Acer* como *A. pyrenaicum*.

- Bosques mixtos frondosa-conífera: seguramente se trataba de formaciones de *Fagus* y/o *Quercus* en donde se incluían géneros de Pinaceae como *Cathaya*, *Tsuga*, *Abies* y también Cupressaceae.

El género *Cathaya* en la actualidad habita zonas subtropicales y con un elevado índice

de precipitaciones de Asia Oriental, por esta razón SUC (1976), lo consideraba como un posible indicador de bosques perennifolios. Como ya hemos explicado en el capítulo correspondiente, actualmente vive una sólo especie y durante el Cenozoico existieron un gran número. Por esta razón no podemos asegurar que este género viviera en el Terciario en ecosistemas semejantes a los que habita en la actualidad. Si esto fuera así, podríamos suponer que pudo formar bosques mixtos con plantas notófilas típicas de laurisilva como *Quercus drymeja*. No obstante, no estamos en condiciones de asegurarlo y *Cathaya* bien pudo constituir comunidades aparte en regiones montañosas.

Los género *Abies* y *Tsuga* pudieron integrar bosques mixtos con hayedos, como ocurre en la actualidad en regiones de Europa, Asia y Norteamérica, ya que los requerimientos ecológicos de algunas especies de estos géneros coinciden en parte con los de las hayas.

La existencia de Cupressaceae en la zona se encuentra confirmada por la presencia de polen de una forma abundante en algunos afloramientos así como por la colecta de ramas con hojas asignables a distintos taxones. Es posible que los restos foliares que englobamos dentro de Cupressaceae, ya que no hemos podido determinar a qué género pudieran ser atribuidos, tuvieran representación en las formaciones de laurisilva, ya que algunas cupresáceas como *Chamaecyparis* y *Platycladus* forman parte en la actualidad de bosques perennifolios notófilos subtropicales. Las especies del género *Juniperus* que habitaron en la Cerdaña debieron acompañar a robledales y hayedos o quizás pertenecen a formaciones arbustivas.

- Formaciones de coníferas: debieron existir distintos tipos de bosques de coníferas en la zona de estudio, que pasamos a describir a continuación:

* Pinares: en muchos de los afloramientos estudiados el polen de pino se encuentra sobrerrepresentado, siendo muy posible, dado que se han hallado restos de conos masculinos y femeninos y acículas, que existieran bosques extensos de este género en la Cerdaña. También podría ser verosímil que la presencia de *Pinus* pudiera indicar una etapa sucesional de bosques más complejos como robledales. Como especies acompañantes de pinares podrían encontrarse otros géneros como *Abies* y *Juniperus* y angiospermas entre las que destacamos *Betula*, *Frangula*, *Corylus*, etc...

* Abetales: en algunas localidades de la Cerdaña como la de Prats aparecen elevados niveles de polen de *Abies* que podrían indicar la existencia de bosques de abetos en la zona. Es posible que este género formara bosques mixtos no sólo con frondosas como *Fagus*, sino con otras coníferas como *Pinus* y Cupressaceae.

* Bosquetes de taxodiáceas: la presencia apreciable de polen de tipo *Sequoia* en algunos de los afloramientos estudiados como el del Torrente de Vilella, y dado que el polen de este tipo no presenta un alto grado de dispersión, podría indicar la existencia de bosques o bosquetes de taxodiáceas como *Sequoia* o *Cryptomeria* en la zona. Quizás habitaran en laderas montañosas donde se acumulara gran cantidad de humedad atmosférica o donde existía un elevado régimen de precipitaciones.

* Formaciones abiertas de cupresáceas: parecen ponerse de manifiesto en el afloramiento de Can Vilella en donde, si eliminamos la sobrerrepresentación de *Pinus*, podrían ser la formación arbórea más importante. Posiblemente sea el género *Juniperus* el taxón predominante en estas formaciones, aunque no podemos asegurarlo por la aparición de restos de otra cupresácea en otros afloramientos de la Cerdaña, y porque esta familia es estenopalina.

8.6. Aspectos paleobiogeográficos

8.6.1. Introducción

Para alcanzar los objetivos propuestos en esta Tesis es primordial ubicar a la flora de la Cerdaña en el contexto paleoflorístico del Cenozoico de Europa, por esta razón hemos creído oportuno describir en este apartado un resumen de la evolución florística que tuvo lugar durante este período.

Durante el Cenozoico, y como consecuencia de una diversificación de las angiospermas, se llegó a la máxima diferenciación de la flora existente. En 1986, TAKHTAJAN distinguió seis reinos florales: Holártico, Paleotropical, Neotropical, Capense, Australiano y Holantártico. El reino Holártico durante el final del Cretácico y gran parte del terciario estuvo poblado por dos cinturones de vegetación (Geofloras) con características diferentes. Considerando como Geoflora al conjunto de plantas que se han mantenido por ellas mismas solamente con cambios menores en su composición durante varias épocas y períodos de la historia de la tierra (WOLFE, 1981; MAI, 1991).

El concepto de geoflora Arctoterciaria fue la primera contribución de la Paleobotánica al campo de la fitogeografía (WOLFE, 1977); y fue definida por ENGLER en 1882 de la siguiente forma: "se distingue por numerosas coníferas y numerosos géneros de árboles y arbustos que ahora dominan en Norteamérica o la zona extratropical del Este de Asia y

Europa. Es la flora que se descubrió en las localidades del Ártico, designada por Heer como miocena y presentó un carácter universal en el área circumpolar... A estos elementos arctoterciarios pueden pertenecer los mesotermos de De Candolle y probablemente los microtermos y hecistotermos". Se trata de una definición florística y ecológica (MAI, 1991).

La geoflora Arctoterciaria se encontraba fundamentalmente compuesta por bosques mesófilos caducifolios que cubrieron la zona Ártica durante el Cretácico, persistió durante el Terciario inferior y, respondiendo al gradual enfriamiento del clima, migró hacia el Sur durante el Terciario medio hasta las latitudes en donde hoy se mantiene: Asia Central y del Este y Sureste de Norteamérica (WOLFE, 1977). Durante esta migración, sufrió cambios en su composición florística.

Los principales componentes de las floras arctoterciarias a finales del Cretácico eran: *Metasequoia* Miki, *Macclintockia* Hr., Cercidiphyllaceae, Platanaceae y Trochodendraceae, entre otros elementos (MAI, 1991). El clima bajo el que se desarrollaron estos taxones debió ser templado cálido. Estas floras se encontraban ubicadas en el área Boreal Cretácica del reino Arcto-Cretácico descrito por TAKHTAJAN (1969). El área Boreal Cretácica actualmente corresponde al Noreste de Europa, Kazakhstán, Siberia, Este de Rusia, Japón, Corea, Norteamérica y regiones árticas (con la posible excepción de la porción polar).

Durante el Paleoceno y el Eoceno, las condiciones climáticas que existieron en la zona polar fueron semejantes a las que existieron en la región Boreal Cretácica, estando la zona de igual manera poblada por bosques mesófilos caducifolios y de coníferas. Estos fueron descritos por primera vez por HEER (1868, 1869, 1870, 1876, 1878), como miocenos y entre sus componentes principales se encontraban los géneros: *Osmunda*, *Ginkgo* L., *Glyptostrobus*, *Metasequoia*, *Taxodium* Rich., *Sciadopitys*, *Abies*, *Larix* Mill., *Picea*, *Pinus*, *Tsuga*, *Thuja* L., *Alnus*, *Betula*, *Platanus*, *Juglans*, *Castanea*, *Cercidiphyllum* Sieb. & Zucc., *Fagus*, *Magnolia* L., *Liriodendron* L., *Populus*, *Pterocarya*, *Quercus*, *Ulmus*, *Zelkova*, *Carpinus*, *Corylus*, *Acer*, *Aesculus* L., *Vitis* L., etc..., además de angiospermas de inciertas afinidades, que se extinguieron durante el Paleógeno, como: *Grewiopsis* S., *Macclintockia*, *Protophyllum* New., etc... (MEYEN, 1987). Estas floras se desarrollaron en el área Boreal Cenozoica que se originó a partir del área Boreal Cretácica. El área Boreal Cenozoica se extendía geográficamente por el Ártico; en Europa sus límites iban a través de las Islas Británicas, Bielorrusia y Urales medios, siguiendo por Asia a través del sur de Altai y Mongolia, y llegando al Pacífico por Prymoria y Japón. En Norteamérica venía marcado por lo que hoy

representa la actual frontera entre Estados Unidos y Canadá (MEYEN, 1987).

La geoflora Paleotropical "es distinguible por medio de familias y subfamilias dominantes en los trópicos del Viejo Mundo, pero especialmente por la ausencia de varias familias de plantas, grupos y géneros extendidas en regiones arctoterciarias" (ENGLER, 1882). Esta definición es claramente florística (MAI, 1991).

La geoflora Paleotropical estaba compuesta por bosques con requerimientos tropicales o subtropicales que cubrieron latitudes medias y bajas del Oeste de Norteamérica y Eurasia durante el Cretácico tardío y el Paleoceno (AXELROD, 1975). Sus componentes fundamentales eran elementos perennifolios entre los que encontraban Mastixiaceae, Theaceae, Sabiaceae, Saurauiaceae, Pentaphylacaceae (MAI, 1991), además de quercíneas, lauráceas y palmeras. Todos estos taxones se desarrollaron bajo un clima monzónico (AXELROD, 1975). Estas floras se situaban en el área Tethyano Cretácica del reino Arcto-Cretácico (TAKHTAJAN, 1969). Durante el Cretácico este tipo de flora se desarrolló en las islas que se hallaban en el área que corresponde ahora con el Sur de Europa y el Cáucaso.

A diferencia de la geoflora Arctoterciaria, la Paleotropical sólo existió como una fitocoria independiente durante la primera mitad del Paleógeno, teniendo su desarrollo óptimo durante el Eoceno inferior y medio (MAI, 1991). En Eurasia está tipificada por la flora de Gelinden (Francia), y se encuentra caracterizada por la aparición de *Cinnamomum*, *Litsea*, *Neolitsea*, *Persea*, *Laurus*, *Quercus* (incluyendo *Cyclobalanus*), *Castanopsis*, *Lithocarpus* Bl., *Chamaerops* L., *Livistonia* R. Rr., *Sabal* Adans y *Trachycarpus* H. Wendl. (AXELROD, 1975; MEYEN, 1987). También se deben destacar los géneros de afinidades inciertas *Dryophyllum* y *Daphnogene* ya que en algunas ocasiones son los que dominan numéricamente en las asociaciones registradas.

Según MAI (1989), la geoflora Paleotropical está caracterizada del Cretácico Superior al Mioceno Superior por bosques paratropicales lluviosos, bosques subtropicales lluviosos, laurisilvas subtropicales y templadas, y formaciones de bosques de coníferas y laurisilvas mediatizados edáficamente.

En los bosques subtropicales paleotropicales prevalecieron siempre árboles y arbustos perennifolios, siendo de helechos fundamentalmente su vegetación herbácea, siempre más pobre que la de los bosques arctoterciarios. Presentaban también un gran número de plantas lianoides y epífitas. Estas floras se desarrollaron en el área Tethyana que se originó a partir de la Tethyano Cretácica. El área Tethyana se extendía geográficamente por todo el

Hemisferio Norte a lo largo de las costas del Tethys. En América incluyó el territorio actualmente ocupado por los Estados Unidos, y en Eurasia: Europa, Asia Menor, la mayor parte de Kazakhstán, China y Japón (MEYEN, 1987).

Las regiones septentrionales del continente africano constituían el margen meridional del Tethys. Durante el Paleógeno temprano esta zona estuvo poblada por bosques y sabanas. El estudio de leños fósiles indica asociaciones perennifolias en donde se incluían Annonaceae, Combretaceae, Dipterocarpaceae, Ebenaceae, Euphorbiaceae, Fagaceae, Lauraceae, Fabaceae, Moraceae, Myrtaceae, Rutaceae, Sapindaceae, Sterculiaceae y Tamaricaceae (AXELROD, 1975). Aunque los estudios paleobotánicos en esta zona son hasta el momento escasos, los datos parecen indicar la existencia de una flora con carácter seco, aunque en las regiones costeras se desarrolló una vegetación "higrófila" constituida por elementos que actualmente se encuentran en el bosque húmedo africano (BESSEDIK, 1985).

Debe señalarse que desde el Cretácico Inferior la flora hidrofítica se desarrolló independientemente de la vegetación de los bosques arctoterciarios y paleotropicales y formó muy diversas comunidades herbáceas de aguas dulces, pantanos, aguas saladas y formaciones costeras (MAI, 1989). Entre los componentes de estas comunidades se encontraban plantas plurirregionales o pluricontinentales como: *Ruppia* L., *Potamogeton*, Nymphaeaceae, Ranunculaceae, *Plantago* L., Cyperaceae, etc...(BESSEDIK, 1985).

A partir del Paleoceno, "pulsos" de elementos arctoterciarios se infiltraron en Europa Central. El mejor ejemplo de esta irrupción es la paleoflora de Menat (Francia), que incluye una vegetación de ribera compuesta por *Platanus-Quercus* (MAI, 1991).

Durante el Oligoceno inferior los elementos decídúos arctoterciarios ocuparon gran parte de las comunidades forestales europeas debido a una regresión oceánica que tuvo como consecuencia un enfriamiento climático y una continentalización del clima en el interior del continente eurasiático (MAI, 1989). Según KRYSHTOFOVICH (1935), la migración de taxones arctoterciarios hacia el centro de Europa durante el Oligoceno parece haber tenido lugar desde el Este. Este autor descubrió en la localidad de Zhar-kue cerca de Turgai, en las estepas kirguises de Kazakhstán, una paleoflora mesófila caducifolia que califica idéntica a la descrita en el Ártico por Heer (KRYSHTOFOVICH, 1929). Estas floras mesófilas y templadas habitaban en zonas montañosas y, gracias al deterioro climático, encontraron una mayor facilidad de adaptación a zonas más bajas migrando a lo largo de sistemas montañosos y formaciones riparias, bajo condiciones libres de heladas. Estas plantas demostraron una alta

plasticidad a fluctuaciones estacionales de temperaturas diurnas.

Las plantas de montaña tienen una alta capacidad para resistir cambios estacionales, ya que como indican LACOSTE & SALANON (1981), la altitud lleva consigo una disminución de la temperatura del aire. Ésta se encuentra estimada actualmente en 0,55°C por cada 100 m de elevación, pero seguramente tuvo unos valores más bajos durante el Terciario. Como consecuencia de esto, las plantas de Turgai exhibieron una gran variabilidad para sobrevivir en los períodos más bajos de temperatura anual (5-8°C) (MEYEN, 1987). Tras el enfriamiento climático, esta flora se extendió durante el Oligoceno y el Mioceno hacia el Sur y el oeste de Europa haciendo retroceder a la flora subtropical de tipo paleotropical que pasó a ocupar áreas de menor extensión.

La migración de elementos arctoterciarios desde el área de Turgai hacia Europa ha sido confirmada por KNOBLOCH et al. (1993), en base a estudios paleocarpológicos. Estos autores opinan que la aparición de elementos de la flora de Turgai en Europa Central podría ser debida a la desaparición del estrecho de Turgai, es decir a la formación de conexiones en la región del Paratethys. Además, exponen que tampoco pueden ser excluidas migraciones desde el Norte, Noreste y Sur.

Aunque se han realizado pocos estudios sobre la flora del Paleógeno de la Península Ibérica, parece que durante el Eoceno las condiciones ambientales fueron tropicales o subtropicales si se tienen en cuenta los restos vegetales colectados en Cataluña, entre los que se destacan: *Acrostichum lanzeanum* (Vis.) Reid & Chandler, *Podocarpus eocenica* Ung., *Dryophyllum vittatum* Ung., *Daphnogene sezannensis* Sap., *Nypa burtini* (Brngt.) Ett., etc... (VICENTE I CASTELLS, 1965; ÁLVAREZ RAMIS, 1982; BIOSCA & VÍA, 1987). Esta flora paleógena parece haber tenido una extensa distribución por toda Europa como señaló KNOBLOCH (1992). Este autor expuso que *Acrostichum lanzeanum* está también registrado en el Paleógeno de Kučlín (Bohemia); *Nypa* es común en los afloramientos eocenos de línea de costa desde Hungría hasta Rusia, y de Bélgica, Francia e Italia; y, finalmente, encuentra similitudes entre la flora de Sarreal y la del Eoceno Superior de Häring (Austria).

ANDREÁNSZKY (1963a, 1963b) trató de explicar la formación de la flora mediterránea a partir de un elemento que denomina "xero-atlántico" de carácter xérico que se desarrolló durante el Paleógeno en las orillas noratlánticas de Europa en la latitud de España y Marruecos. Esto ha sido discutido por varios autores como AXELROD (1975), quien demostró que el elemento "xero-atlántico" nunca existió y que la vegetación

mediterránea deriva en gran parte de la Paleotropical. Esta afirmación también es defendida por BESSEDIK (1985), quien postuló una vegetación "pre-mediterránea" a partir del Mioceno Medio (15/-14 m.a.) en el Oeste de Europa. Por su parte, PAMALAREV (1989), señaló que en las áreas geográficas europeas que se encuentran entre 37°-45° de latitud Norte, la formación inicial de los tipos básicos esclerófilos mediterráneos está referida a los períodos que van del Sarmatiense al Pontiense tardío, o sea, a lo largo del Mioceno Superior.

Hace 3,2 m.a y posiblemente en relación con modificaciones de las corrientes marinas al cerrarse tectónicamente el estrecho de Panamá, se produjeron una serie de cambios climáticos. Estos estaban relacionados con una progresiva disminución de las precipitaciones estivales que llegaron a provocar la instalación de un ritmo climático de tipo mediterráneo en el Sur de Europa. Los bosques de este área se hicieron más abiertos, empobreciéndose de taxodiáceas; dominaron las coníferas y asimismo estuvieron mejor representadas plantas de carácter mediterráneo como *Olea*, *Pistacia* L., *Phyllirea*, *Quercus* esclerófilos, etc... (COSTA TENORIO et al., 1990). Algunas de la plantas que hoy existen en los ecosistemas mediterráneos como *Olea*, *Ficus* L., Vitaceae, Malvaceae, *Celtis*, Capparaceae, etc..., en principio formaron parte de las floras paleotropicales, y lograron sobrevivir adaptándose a cambios climáticos considerables (VAN CAMPO, 1989). Según SUC (1980), en esta zona durante el Pleistoceno Inferior la flora de tipo mediterráneo se comenzó a desarrollar tal y como lo hace hoy en día.

Como en el caso ya mencionado de Europa Central, en la Península Ibérica e Islas Baleares los elementos arctoterciarios no aparecieron en los ecosistemas de la zona hasta el Oligoceno (FERNÁNDEZ MARRÓN, 1971, 1973a; FERNÁNDEZ MARRÓN et al., 1979; ÁLVAREZ RAMIS et al., 1987; RAMOS GUERRERO & ÁLVAREZ RAMIS, 1989-1990; SANZ DE SIRIA, 1992). Entre estos elementos se deben tener en cuenta algunas especies de las familias Juglandaceae, Betulaceae, Fagaceae, Salicaceae y Ulmaceae. Sin embargo, como indicó KNOBLOCH (1992), los elementos arctoterciarios que prevalecieron en las floras oligocenas de Bohemia son pocos y escasos en las floras oligocenas peninsulares, y géneros tales como *Cercidiphyllum*, *Ulmus*, *Tilia* y *Betula* estaban totalmente ausentes en las floras españolas durante este período.

Según HOCHULI (1984), durante el Paleógeno tardío y el Neógeno temprano los cambios evolutivos detectados en las floras fueron pequeños y debidos casi exclusivamente a causas ambientales. Durante el Aquitaniense inferior todavía el Tethys se encontraba

anchamente abierto al océano Atlántico y estaba comunicado con el océano Índico y con el Paratethys. El clima que existía en esta zona era tropical o subtropical con un régimen de lluvias de tipo monzónico. La flora de esta región se encontraba compuesta por elementos paleotropicales mega y mega/mesotérmicos como *Bombax* L., *Ascarina/Ascarinopsis*, *Dodonaea* L., *Malpighia* L., Mimosaceae, etc...

A principios del Mioceno, la flora arctoterciaria ya había irrumpido en Europa. Según KOHLMAN-ADAMSKA (1993) y SADOWSKA (1993), en Polonia durante este período ya existía una flora típicamente arctoterciaria. Sin embargo, en el Sur de Europa, todavía hubo una dominancia de los elementos paleotropicales. Esto era así tanto en la zona del Paratethys, como se ha podido comprobar por la información de los sedimentos del Mioceno temprano húngaro y en el Oeste de Georgia (SHATILOVA & RAMISHVILI, 1984; NAGY, 1984, 1990), como en el Suroeste de Europa, en donde se desarrollaban comunidades vegetales con elementos como: Simarubaceae, *Bombax*, *Alchornea* Sw., Mimosaceae, *Avicennia* L., etc...(BESSEDIK, 1981, 1985).

A lo largo del Mioceno, la flora de tipo paleotropical comenzó a extinguirse en el Sur de Europa. En el Mioceno Medio, hace 14 m.a., los elementos megatérmicos desaparecieron como consecuencia de las glaciaciones antárticas así como la desaparición de conexiones con el océano Índico (SUC et al., 1992). Lo que hoy es la zona Mediterránea también se vio afectada por la sabanización que sufren las regiones de África entre 15°N y 25/30°N, que más adelante durante el principio del Plioceno dio paso al desierto del Sahara (BESSEDIK, 1985).

Durante el Mioceno Medio se desarrolló un período cálido que provocó que en el SW de Europa se desarrollaran comunidades vegetales subtropicales con un carácter típicamente xérico, destacándose los siguientes taxones: *Colutea* L., *Acacia*, *Caesalpinia*, *Cassia* L., *Podogonium* Hr., *Psoralea* L., *Tephrosia* Pers., *Gledistchia* L., *Mimosa*, *Bumelia* Sw., *Sapindus* L., *Diospyros* L. y *Sapotacites* S. (SANZ DE SIRIA 1979, 1982a, 1983-1984b). En el Centro y Este de Europa también se desarrolló una flora subtropical, pero con carácter más húmedo, en donde tuvieron importancia elementos como Taxodiaceae, *Daphnogene* y Arecaceae (HEER, 1855-1859; HABLÝ, 1993).

La región Mediterránea se formó a partir de la Tethyana durante el Mioceno Medio a consecuencia de que el choque de la placa Indostánica con la Euroasiática cierra el Tethys en su parte oriental impidiendo así una comunicación directa entre el océano Índico y el Atlántico. Sus límites variaron durante esta época, ya que inicialmente se extendía desde Asia

Central hasta Europa (TAKHTAJAN, 1969). Por otra parte, la expansión del Atlántico Norte se acentuó, separando cada vez más América de Eurasia. Por esta causa, la flora europea sufrió cambios importantes que tuvieron como consecuencia la invasión de cada vez más taxones arctoterciarios que provocaron la extinción de la geoflora Paleotropical en Europa.

En el Mioceno Superior, la flora arctoterciaria es dominante en Europa Central (MELLER, 1989; KNOBLOCH, 1992). Sin embargo, en el Sur de Europa todavía quedan reductos de la vegetación Paleotropical como manglares (ROIRON & SUC, 1990) y laurisilvas (SAPORTA, 1873b; SAPORTA & MARION, 1986; LAURENT, 1904-1905; LAURENT, 1908; SANZ DE SIRIA, 1982b, 1983-1984a, 1987), que tuvieron gran importancia en la vegetación. Finalmente los manglares de *Avicennia* se extinguieron de Sicilia, su último reducto en Europa Occidental hace 5 m.a. (SUC et al., 1992), mientras que las laurisilvas sobrevivieron hasta finales del Plioceno. En el Mioceno Superior también se extinguieron o casi desaparecieron del Oeste de Europa: Restionaceae, Sapotaceae, Celastraceae, Lauraceae, *Rhoiptelea*, *Hamamelis*, *Distylum*, *Engelhardia*, *Platycarya*, *Symplocos* Jacq., *Nyssa*, Menispermaceae, Taxodiaceae, etc...(SUC, 1986).

En la Península Ibérica durante el Tortoniense, a pesar de la extinción de los taxones megatérmicos que tuvo lugar en el SW de Europa a principios del Tortoniense (SUC, 1986), todavía abundaban los elementos paleotropicales como pone de manifiesto el estudio de la flora de Montjuïc (VICENTE I CASTELLS, 1989).

Durante el Aragoniense y Vallesiense la vegetación de la peninsular ya estaba dominada por elementos arctoterciarios, como demuestra el estudio palinológico de los afloramientos aragonienses y vallesienses de la Cuenca del Duero (RIVAS CARBALLO, 1987, 1991a, 1991b; RIVAS CARBALLO & VALLE, 1986, 1987, 1990; RIVAS CARBALLO et al., 1992, 1994; VALLE & CIVIS, 1982; VALLE & SALVADOR, 1985a, 1985b), y la composición paleoflorística de los afloramientos vallesienses de la Bisbal, la Seo de Urgel (SANZ DE SIRIA, 1980b, 1981a) y la Cerdaña, como expondremos más adelante.

8.6.2. Datos aportados por los palinomorfos

Si en cada afloramiento se relaciona el total de taxones determinados con las geofloras que poblaron la región Holártica durante el Terciario, se obtienen las proporciones que se especifican en la (Fig. 122). Hay que reseñar que la suma de estos porcentajes no es 100 ya que un buen número de taxones no se ha podido relacionar con ninguna geoflora en concreto.

Afloramientos	GEOFLORA (Porcentajes)		
	Arctoterciaria	Paleotropical	Plurirregional
Mina de Sanavastre	29,88	16,09	11,49
Mina de Sampsor	30,77	12,82	11,53
Vertedero de Sampsor	35,93	9,37	12,5
Prats	38,18	10,9	14,54
Coll de Saig	48,65	10,81	10,81
San Salvador	50,00	14,18	7,14
Camino de Balltarga a Bor	46,94	12,24	10,2
Beders	40,62	10,94	9,37
Torrente de la Bavosa	41,07	14,28	12,5
Riu de Santa María	41,07	8,93	12,5
Torrente de Vilella	36,98	16,44	10,96
Barranco de Salanca	33,75	13,75	8,75
Carretera de Bellver a Pi	48,98	4,08	12,24
Oliá 2	43,24	10,81	8,11
Camino al Serrat de Nas	35,94	12,5	10,94
Can Vilella	37,21	4,65	18,60

Fig. 123

El afloramiento con mayor proporción de elementos arctoterciarios es el de San Salvador con un 50%, seguido por los de Coll de Saig y Carretera de Bellver a Pi, con 48,65% y 48,95% respectivamente. Posiblemente, estos porcentajes pudieran deberse a un problema de tipo tafonómico, ya que las riquezas polínicas de estos tres afloramientos se encuentra alrededor de los 300.000 granos/gramo de sedimento, que contrastan con los afloramientos de Beders, camino de Balltarga a Bor, torrente de la Bavosa y Riu de Santa María que presentan más de un millón de granos/gramo de sedimento de riqueza polínica; luego parece que muchos de los taxones que pudieron haber existido en la zona durante la formación de estos sedimentos no están registrados.

Los afloramientos con mayor cantidad de elementos paleotropicales son los del torrente de Vilella y mina de Sanavastre, ya que en algunos de sus niveles abundan los elementos mega/mesotérmicos como cf. *Cycadaceae*, *Acacia*, *Elaeagnus*, *Olea*, *Phyllirea*, etc...

El afloramiento en el que hay una menor diferencia entre los porcentajes de elementos arctoterciarios y paleotropicales es la mina de Sanavastre. Puede ser así por dos razones: a) problema tafonómico que permitió la preservación de mayor diversidad de palinomorfos, y b) problema de tipo paleoecológico que tuvo como consecuencia el desarrollo de un buen número de ambientes diferentes en donde se integraron gran cantidad de taxones vegetales.

La diferencia entre los elementos arctoterciarios y paleotropicales es mayor en los afloramientos de la carretera de Bellver de Cerdanya a Pi, seguramente, en el de Can Vilella debido a causas tafonómicas. En este último, las condiciones ambientales posiblemente fueron diferentes, desarrollándose ecosistemas abiertos como praderas o bosques de *Cupressaceae*, en donde parece que los elementos paleotropicales no tuvieron gran importancia.

En este último afloramiento es donde se aprecia el mayor porcentaje de elementos plurirregionales, seguramente debido a la formación de ecosistemas abiertos en donde predominaban plantas herbáceas como *Poaceae*, *Liliaceae*, *Asteraceae*, etc...

Si ahora se calculan los porcentajes de cada geoflora, considerando el total de taxones determinados, obtenemos los siguientes porcentajes:

- Taxones arctoterciarios: 30%
- Taxones paleotropicales: 18%
- Taxones plurirregionales: 10%
- Taxones de atribución dudosa: 42%

Tras observar estos porcentajes y los referidos a cada afloramiento, se puede concluir que los elementos arctoterciarios siempre se encuentran en mayor proporción que los Paleotropicales, y se confirma, por medio de la palinología, que la flora del Mioceno Superior de la Cerdaña no difiere de la de las localidades miocenas superiores del resto de Europa en donde los elementos arctoterciarios predominan sobre los paleotropicales.

8.6.3. Datos aportados por los macrorrestos

Si estimamos el conjunto de los macrorrestos, considerando únicamente los 5 afloramientos en los que se han colectado más de 100 especímenes, los taxones arctoterciarios poseen un predominio del 52,9% frente a un 17% de paleotropicales y 7% de plurirregionales.

Como en el caso de los microrrestos, también se han hallado los porcentajes de elementos arctoterciarios, paleotropicales y plurirregionales para cada afloramiento considerado representativo (Fig. 123). Los tantos por cientos hallados no suman 100 debido a que algunos taxones, como por ejemplo *Quercus drymeja*, no se han sabido encuadrar en ninguna de las geofloras.

En un análisis de los datos, observamos que los afloramientos del Camino de Balltarga a Bor y barranco de Salanca por una parte, y los de Beders y torrente de Vilella por otra, tienen porcentajes similares de elementos arctoterciarios, paleotropicales y plurirregionales. Esto es posible ya que existen elementos comunes entre los afloramientos mencionados, sin embargo no hay que tomar esta correspondencia con precaución ya que en esta tabla no se comparan taxones entre sí sino que se trata de relacionar conjuntos de taxones con geofloras. Las diferencias porcentuales que existen entre estos cuatro afloramientos no son muy grandes, por lo que creemos que se podrían considerar en un mismo conjunto.

Afloramientos	GEOFLORA (Porcentajes)		
	Arctoterciaria	Paleotropical	Plurirregional
Coll de Saig	59,61	23,07	11,54
Camino de Balltarga a Bor	67,86	17,86	10,71
Beders	73,07	15,38	7,69
Torrente de Vilella	75,00	15,62	6,25
Barranco de Salanca	67,65	17,65	11,76

Fig. 124

A diferencia de estos afloramientos el de Coll de Saig presenta una mayor proporción de elementos paleotropicales, con predominio de Lauraceae y de taxones como Arecaceae y Myrsiniaceae, indicadores de condiciones subtropicales, aunque no se pueda observar en los porcentajes polínicos hallados.

Los taxones plurirregionales se encuentran en todos los afloramientos en proporciones medias y con respecto a varios afloramientos como Coll de Saig y barranco de Salanca, casi similares. Esto es debido a un problema tafonómico, ya que la mayoría de los taxones de este

tipo colectados son acuáticos o propios de riberas o zonas pantanosas, como: *Typha latissima*, *Potamogeton orbiculare*, *Trapa ceretana*, etc...

Por último, debemos señalar la preponderancia de los elementos arctoterciarios sobre los paleotropicales, tanto si consideramos los macrorrestos como los microrrestos, afirmación que está de acuerdo con lo que se conoce en otros afloramientos, tanto de la Península como de Europa. En el Mioceno Superior, los elementos arctoterciarios predominaban en las comunidades vegetales, y los paleotropicales parece que se encontraban en franco retroceso ya que las condiciones climatológicas no les permitían competir de una forma ventajosa con los invasores arctoterciarios.

No obstante, hay que tener en cuenta que la Cerdaña se encontraba en una zona montañosa, y que en la misma época en cotas más bajas se desarrollaban mayor número de elementos paleotropicales. Esto se pone de manifiesto en la flora de la Seo de Urgel datada de igual modo que la Cerdaña como Vallesiense (SANZ DE SIRIA, 1980b). En los afloramientos de esta zona se han encontrado gran cantidad de taxones idénticos a los descritos en la Cerdaña, predominando también los arctoterciarios, aunque la presencia de especies de Fabaceae, Simaroubaceae, Proteaceae, Moraceae, Myrsiniaceae y Sapindaceae, todas ellas paleotropicales, nos indican que en zonas altitudinalmente inferiores a la Cerdaña las temperaturas fueron más benignas y quizás con períodos de sequía, simplemente se trata de que los afloramientos de la Seo de Urgel son de otra época.

8.6.4. Relación con otras cuencas cenozoicas

En este apartado se intenta relacionar la flora del Mioceno Superior de la Cerdaña con otras floras fósiles terciarias. Esto es difícil de realizar, ya que se deben tener en cuenta dos problemas:

- Desde un punto de vista palinológico, los afloramientos miocenos de algunas zonas, como los de la Cuenca del Duero, se encuentran muy bien estudiados. Sin embargo, todavía en muchas regiones del Oeste de Europa existe una carencia o insuficiencia de estudios de este tipo por lo que es difícil establecer correlaciones fiables.

- En la actualidad se están efectuando importantes trabajos acerca de las macrofloras parathéticas, pero la comparación de éstas con la que nos ocupa parece indicar diferencias significativas. Por otra parte, el descubrimiento y estudio de las macrofloras del Terciario Superior del Oeste de Europa se llevó a cabo desde finales del siglo XIX hasta la mitad del

siglo actual. Hoy en día estos trabajos se encuentran casi detenidos, y necesitados de una revisión.

Estimando esta problemática hemos tratado de relacionar, usando datos bibliográficos, la paleoflora ceretana con otras floras fósiles. El primero en efectuar este tipo de comparaciones fue RÉROLLE (1884-1885), quien comparó la macroflora colectada con la del Aquitaniense de Armissant (Aude, Francia). Nosotros disentimos de esta correlación, ya que las dos paleofloras son muy diferentes en composición, presentando la de Armissant un número mayor de taxones subtropicales como corresponde a su edad.

Posteriormente, el autor anteriormente citado relacionó la macroflora de la Cerdaña con las de otras localidades como son Sinigaglia, Koumi, Manosque, Marsella, Mont Charray y Oehningen.

Por las mismas razones aducidas en el caso de Armissant, entre las floras de Marsella, Manosque, Koumi y Oehningen y la que nos ocupa, no existen semejanzas, aunque sí algunas especies comunes como *Zelkova zelkovaefolia* y *Populus tremulaefolia*.

La macroflora ceretana tiene una mayor similitud, tanto por edad como por composición con la flora de la Seo de Urgel (SANZ DE SIRIA, 1980b). Esto es lógico, ya que son dos cuencas muy próximas, distanciadas unos 35 km, que se formaron al mismo tiempo por causas geológicas similares.

Coincidimos con ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE POSSE (1981), al considerar que hay una gran semejanza entre la flora que estamos estudiando y la de Coiron (Ardèche, Francia). También creemos que la flora de Gourgouras (Ardèche, Francia) puede compararse de una forma estrecha con la que nos ocupa. Éstas fueron datadas por GRANGEON (1953, 1958), como pontienses. Presentan gran cantidad de elementos comunes, aunque difieren de la flora ceretana por poseer taxones termófilos del tipo de *Ginkgo*, *Cedrus*, *Larix*, *Liquidambar*, *Vitis*, *Sapindus*, *Magnolia*, *Platanus* y *Cercis*.

También la macroflora de la Cerdaña tiene un gran parecido con las del Pontienne de La Bourboule, Joursac y Les Clausades (Cantal, Francia), aunque en éstas como en el caso de Ardèche, se colectaron plantas termófilas como *Ficus*, *Sassafras*, *Platanus*, *Diospyros*, etc...(MARTY, 1903, 1905; MARTY & GLANGEAUD, 1936).

De una forma errónea, ÁLVAREZ RAMIS & GOLPE POSSE (1981), relacionaron la macroflora ceretana con la del yacimiento de Schrotzburg (Suiza), datado como sarmatiense (HANTKE, 1954), ya que presenta una flora de tipo subtropical donde sólo coinciden

algunas de las especies descritas.

Al comparar la flora ceretana con la del messiniense de Sinigaglia (Italia), se hace patente una composición florística muy parecida. Esta flora fue estudiada por MASSALONGO & SCARABELLI (1859) y desde entonces no ha sufrido ninguna revisión. Destaquemos la presencia de taxones termófilos que no se encuentran en el Vallesisense ceretano representados a partir de macrorrestos, como *Liquidambar*, *Magnolia*, *Diospyros*, etc..., posiblemente esto es debido a que esta zona se encontraba a nivel del mar, donde el clima era más benigno. También la flora que nos ocupa sería comparable con la del Mioceno Superior de Likudi, Prosilion y Skouroi (Grecia), estudiada por KNOBLOCH & VELITZELOS (1986, 1987), a causa de su composición, ya que coinciden muchos de los taxones como *Fagus gussonii*, *Acer pseudocampestre* y *Quercus drymeja*. No obstante hay que reseñar que en esta flora, amén de elementos termófilos como *Liquidambar*, aparecen varias especies de robles con hoja castaniforme que por el momento no se han llegado a determinar en la Cerdaña.

KNOBLOCH (1992), comparó la flora de la Cerdaña con la del Pannoniese de Willershausen (Alemania). Nosotros, al igual que explica este autor, observamos varias diferencias importantes. Por un lado en la Cerdaña se han hallado especies como *Acer triangulilobum*, *Cercidiphyllum* sp., *Quercus kubinyi* y *Castanea atavia*. Las dos últimas especies no sólo son comunes en Willershausen, sino que abundan en las floras del Mioceno Superior de Centro Europa tanto del Parathetys como del Thetys (KNOBLOCH, 1969, 1988, 1990a; MELLER, 1989). Por otra parte, en las floras del Centro de Europa las Lauráceas como *Daphnogene* sp., *Laurophyllum* sp., *Persea princeps*, etc..., aparecen raramente. Esto seguramente es debido a un efecto de la latitud. La Península Ibérica poseía un clima más cálido al encontrarse más al sur, y por esta razón las comunidades vegetales que poseía eran de tipo más térmico.

Otras macrofloras comparables con la de la Cerdaña son las del Plioceno de Niac (Cantal) (SAPORTA, 1873b; LAURENT, 1908), Mont-Doré (BOULAY, 1892), alrededores de Thèzières (BOULAY, 1890a), Pas-de-la-Mougudo (LAURENT, 1904-1905), valle del Ródano (BOULAY, 1890b; DEPAPE, 1922) y Limburgo Holandés (LAURENT & MARTY, 1923), aunque en todas ellas se han hallado elementos subtropicales como *Grewia*, *Sassafras*, *Zanthoxylon*, *Liriodendron*, *Ginkgo*, *Diospyros*, etc... que por el momento no se han hallado en los afloramientos estudiados, y además, en algunos casos aparecen especies típicas de la

actual región eurosiberiana como robles del tipo *Quercus robur*.

Para finalizar las comparaciones con los afloramientos que han proporcionado macroflora, debemos señalar que existe vinculación con las floras del Mioceno Superior de Wei-Tch'ang y con la del Mio-Plioceno de Tankin, ambas de China (LAURENT, 1909; DEPAPE, 1932), lo que parece indicar una relación estrecha entre las macrofloras terciarias de Europa y Asia, no siendo la de la Cerdaña una excepción.

En una comparación del conjunto de la flora polínica estudiada con la del Mioceno Superior de Francia, se destacan los afloramientos de Montredon, Vaugines y Andance. Según BESSEDIK (1985), la localidad coetánea con la Cerdaña es Montredon; y algo más modernos los afloramientos de Vaugines, Vallesiense superior, y Andance, Tortoniense-Messiniense.

Según el último autor mencionado, Montredon resalta porque la aparición de ciertos taxones, como Ericaceae (con un porcentaje de un 10%), podrían indicar un descenso de las temperaturas. El conjunto de los taxones determinados por BESSEDIK (1985), en los sedimentos de Montredon, salvo *Distylum*, han sido hallados en la Cerdaña. Destaca la alta proporción de Pinaceae y de taxones herbáceos como Apiaceae y Asteraceae, lo que podría indicar, si consideramos sobrerrepresentada a la familia Pinaceae, bosques abiertos y/o praderas con matorral de Ericaceae. En las localidades de la Cerdaña no hemos encontrado nunca unos porcentajes tan elevados de Ericaceae, por lo que no podemos realizar una comparación al respecto. Por otra parte, en Montredon se han contado únicamente 234 granos, lo cual nos hace pensar que los resultados obtenidos no son representativos, por lo que no podemos contrastar el contenido palinológico de esta localidad de una forma satisfactoria con el de la depresión ceretana.

Según BESSEDIK (1985), el afloramiento de Vaugines indica medios relativamente abiertos dada la presencia de *Olea*, Asteraceae, Poaceae y Amaranthaceae-Chenopodiaceae. Tras observar el espectro polínico expuesto por el autor anterior, no creemos que esto se pueda afirmar a causa del escaso número de palinomorfos hallados correspondientes a los taxones mencionados. En este espectro lo que se observa es una alta proporción de pólenes de Pinaceae, posiblemente sobrerrepresentados. Esto, según BESSEDIK (1985), indicaría proximidad a macizos montañosos que presentaban bosques de altura. Pensamos que el autor intuye la presencia de "bosques de altura" a partir de los porcentajes de *Abies*, dado que *Picea* presenta unos niveles bajos y puesto que el resto de los taxones que determina podrían, a nuestro juicio desarrollarse en zonas bajas. Es posible que estas formaciones de "altura"

pudieran compararse con las de la Cerdaña, sin embargo para realizar una correlación debería estudiarse una mayor cantidad de palinomorfos en este afloramiento.

Por su parte, Andance señala medios forestales en donde predominaban coníferas y árboles decíduos, que también aparecen en la depresión ceretana, como *Tilia*, *Fagus*, *Carpinus* y *Alnus*; aunque, del mismo modo que Montredon, BESSEDIK (1985) determina un número de palinomorfos muy pequeño (320), lo que también nos hace pensar que los resultados obtenidos no son representativos, no pudiéndose comparar el contenido palinológico de esta localidad con el de la Cerdaña.

La microflora ceretana también puede relacionarse con la del Tortoniense medio pluvio-lacustre de Priay, La Madeleine, nivel inferior de Amberieu-en-Bugey y Cairanne (MEON-VILAIN, 1970). En estos afloramientos existe un porcentaje variable de coníferas, de Taxodiaceae-Cupressaceae, de especies "terciarias" como *Carya* y *Pterocarya* y de especies caducifolias entre las que destacan *Alnus*, *Betula*, *Corylus*, *Quercus* y Ulmaceae. Destacamos las Pinaceae, que en algunos casos presentan unos tantos por cientos muy elevados y en otros muy bajos; y las Cupressaceae-Taxodiaceae a veces con unos porcentajes importantes.

De una forma paralela, durante el Vallesiense se desarrolló en la depresión del Duero una vegetación que podría definirse como de estepa arbolada en donde dominaban plantas herbáceas como gramíneas, Asteraceae, Amaranthaceae-Chenopodiaceae, etc..., y bosques o bosquetes de *Quercus*, Pinaceae y Cupressaceae. En las zonas húmedas se desarrolló vegetación ribereña y acuática (RIVAS CARBALLO, 1987, 1991a, 1991b; RIVAS CARBALLO & VALLE, 1987, 1990, RIVAS CARBALLO et al., 1994). Esta vegetación difiere de la de la zona Nororiental de la cuenca del Duero donde abundan los taxones arbóreos. Aquí, las condiciones ambientales serían distintas, seguramente debido a la proximidad de la sierra de la Demanda, que traía consigo una mayor humedad ambiental (RIVAS CARBALLO, 1991b). La Cerdaña no es comparable con la depresión del Duero ya que las comunidades vegetales que presentó fueron casi siempre bosques densos de muy diferente composición, mientras que en el Duero se desarrollaron bosques abiertos y estepas. Ya hemos comentado que la zona de estudio, en algunos momentos presentó bosques abiertos o praderas, pero éstas no parecen semejantes a las de la cuenca del Duero ya que su composición denota un mayor grado de humedad. La composición florística de la Cerdaña tampoco recuerda a la de la zona Nororiental de la cuenca del Duero.

En la depresión del Guadalquivir se pasó durante el Tortoniense de una vegetación de

tipo herbáceo, con un estrato arbóreo en donde dominarían las Fagaceae, a una arbórea de tipo subtropical. Este cambio no se observa en la zona de estudio. A finales del Tortonense parece que se produjo un cambio climático como sugiere la desaparición de las Pteridophyta y la reducción de las coníferas (VALLE & PEÑALBA, 1987; VALLE & RIVAS CARBALLO, 1990), sin embargo, en la Cerdaña las coníferas usualmente son relevantes si exceptuamos algunos afloramientos como el del Riu de Santa María.

Después de lo expuesto, parece que la flora de la Cerdaña tuvo la composición arbórea descrita a causa del carácter montano y de la proximidad al mar Mediterráneo, ya que estos dos aspectos debieron ser los que produjeron una mayor humedad ambiental que permitió el desarrollo de bosques. En las regiones peninsulares dominaba la vegetación arbórea donde existían montañas cercanas, en caso contrario, como en la cuenca del Duero, y posiblemente la del Guadalquivir, la vegetación era abierta.

Ya en el Plioceno, los afloramientos de la Cerdaña parecen poder compararse de una forma estrecha con los del Plioceno del valle del Ródano (PONS, 1964), en donde destacan elementos caducifolios como *Alnus*, *Fagus* y *Quercus* y las Pinaceae. No obstante debemos destacar la presencia de algunos elementos ajenos a la flora de la Cerdaña como *Ginkgo*, y una mayor cantidad de taxones de tipo mediterráneo. La correspondencia de la paleoflora ceretana con la del Plioceno del valle del Ródano ya había sido puesta de manifiesto anteriormente a partir del estudio de los macrorrestos.

De una forma más alejada, los afloramientos de la Cerdaña podrían relacionarse con los del Plioceno de Cataluña, pues hay que destacar en estos la presencia de elementos megatérmicos e indicadores de condiciones xéricas (SUC, 1980; SUC & CRAVATTE, 1982; VALLE, 1983a, 1983b, 1983c; BESSAIS & CRAVATTE, 1982).

En conclusión, desde un punto de vista palinológico, por el momento no es posible relacionar las localidades del Vallesense de la Cerdaña con las de Mioceno Superior de Francia (Montredon, Vaugines y Andance), ya que éstas necesitarían un estudio mayor. Hasta el momento, es la flora del Plioceno del valle del Ródano (Francia), la que presenta una mayor semejanza con la que se estudia en esta memoria ya que también se trata de una flora de montaña con un predominio del componente arbóreo en donde destacan Pinaceae, *Alnus*, *Quercus*, *Fagus*, *Carya*, *Ulmus-Zelkova*, etc... Finalmente, no parece que las localidades estudiadas por nosotros puedan relacionarse con las del Mioceno Superior de la cuenca del Duero y la Depresión del Guadalquivir.

9. CONCLUSIONES

Se ha realizado un estudio de la macro y microflora de la cuenca miocena superior de la Cerdaña (provincias de Lérida y Gerona), tras el cual se exponen las siguientes conclusiones:

1- Resultados taxonómicos:

- Se han descrito 166 taxones, 102 partir de palinomorfos y 64 de macrorrestos.
- Han sido citados por primera vez en la Cerdaña a partir de macrorrestos: *Osmunda parrishii*, *Glyptostrobus europaeus*, Cupressaceae, *Pinus* sp. (conos ♂ y escamas tectrices), *Tsuga moenana*, Abietoideae (escamas tectrices), *Daphnogene* sp., *Laurophyllum* sp., *Persea princeps*, Nymphaeaceae, *Zelkova zelkovaefolia*, *Myrica lignitum*, *Myrica marginalis*, amentos masculinos de la especie *Alnus occidentalis*, *Betula insignis*, *Carpinus grandis*, *Carpinus neilreichii*, *Corylus* sp., *Ostrya* sp., *Populus tremulaefolia*, *Salix lavateri*, Myrsiniaceae, Brassicaceae, *Caesalpinia* sp., *Cornus* sp., *Buxus pliocenica*, *Acer integerrimum*, *Acer subcampestre*, *Fraxinus numana*, Arecaceae y *Smilax hastata*.
- Son primeras citas en el terciario español a partir de macrorrestos: Cupressaceae, *Tsuga moenana*, *Zelkova zelkovaefolia*, *Myrica marginalis*, *Betula insignis*, *Carpinus neilreichii*, *Populus tremulaefolia*, *Salix lavateri*, Brassicaceae, *Buxus pliocenica*, *Acer integerrimum*, *Acer subcampestre*, *Fraxinus numana* y *Smilax hastata*.
- En el conjunto de los palinomorfos se han citado por primera vez en la Cerdaña: Marchantiales, *Lycopodium* sp., *Laevigatosporites* sp., tipo *Polypodium*, *Polypodisporites favus*, *Converrucosisporites* sp., *Polypodiaceoisporites* sp., *Leiotriletes* sp., tipo *Sequoia*, *Sciadopitys* sp., *Cedrus* sp., *Picea* sp., Nymphaeaceae (*Nymphaeaceaeapollenites minor*), tipo *Ranunculus acris*, *Platanus* sp., *Corylus* sp., tipo *Silene*, Clethraceae-Cyrillaceae, *Helianthemum* sp., Droseraceae, tipo *Acacia*, tipo *Robinia*, tipo *Ononis*, Thymelaeaceae, *Trapa* sp., *Epilobium* sp., *Cornus* sp., *Euphorbia* sp., *Frangula* sp., *Linum* sp., *Geranium* sp., *Hedera* sp., *Convolvulus* sp., *Echium* sp., *Ligustrum* sp., *Lonicera* sp., *Sambucus* sp., *Viburnum* sp., *Valeriana* sp., Arecaceae, tipo *Typha latifolia* y Liliaceae.
- Son primeras citas en el Terciario español a partir de palinomorfos: los tipos *Ononis* y *Robinia* así como Nymphaeaceae (*Nymphaeaceaeapollenites minor*).
- Se han realizado por primera vez estudios anatómicos de la especie *Quercus drymeja*.
- Se ha descrito una nueva especie de Lauraceae fósil, *Daphnogene eugeniae*, a partir de restos foliares con cutícula preservada.

2- Resultados bioestratigráficos:

- El conjunto de restos macroscópicos estudiados nos señala una edad para la flora que se encontraría en la mitad del Vallesiense, sin poder especificar si se trata de la última parte del Vallesiense inferior o del inicio del Vallesiense superior. De una forma más inconcreta, los palinomorfos señalan una edad Sarmatiense superior. Estas dos dataciones son contradictorias ya que el Vallesiense es un piso del Mioceno Superior mientras que el Sarmatiense lo es del Mioceno Medio.

3-Resultados tafonómicos:

- Las asociaciones fósiles estudiadas se presentan sesgadas en lo que respecta a la composición real de las comunidades fósiles a causa de un problema de destrucción de los restos y de transporte. Por esta razón, existe una falta de correlación entre los datos palinológicos y los macroflorísticos.

- Los restos macroscópicos no han sufrido fenómenos de reelaboración, y posiblemente la gran mayoría tampoco hayan tenido resedimentación, una excepción de esto podrían ser las acículas de coníferas que resisten este proceso dada su estructura y resistencia.

- Tras el estudio de los macrorrestos foliares colectados se llega a la conclusión que las aguas del lago ceretano tuvieron corrientes de poca energía, luego las condiciones generales del lago fueron tranquilas.

- Un estudio de correlación a partir de datos polínicos separa el conjunto de las localidades correspondientes a facies de abanicos aluviales de las de fondo de lago.

- A diferencia de los restos macroscópicos los palinomorfos han podido sufrir procesos de resedimentación, aunque no parece que hayan tenido reelaboración.

- Los restos macroscópicos colectados siempre se han hallado como impresiones y compresiones con o sin la cutícula preservada. Los palinomorfos se han conservado de una manera duripártica.

- Dada la excelente preservación de los fósiles de la Cerdaña esta cuenca se podría considerar como un *Konservat- Fossil Lagerstätten*.

4-Resultados paleoecológicos:

- La Cerdaña fue una zona poblada por bosques, exceptuando algunos períodos de tiempo reseñados por palinomorfos en algunos niveles de los afloramientos de las minas de

Sanavastre y Sampsor, camino al Serrat de Nas y Can Vilella.

- Parece ser que los taxones dominantes en la Cerdaña fueron *Quercus drymeja*, *Fagus gussonii* y *Alnus occidentalis*; aunque también debieron poseer una buena representación *Zelkova zelkovaefolia*, *Myrica lignitum*, *Quercus hispanica* y *Acer pyrenaicum*.

- Los valores de diversidad y equitabilidad obtenidos son totalmente heterogéneos teniendo en cuenta las localidades correspondientes a facies de abanicos aluviales; presentándose por lo general unos valores medio o medio/bajos de diversidad y unas equitabilidades medias o medio/bajas en los afloramientos de fondo de lago.

- Desde un punto de vista a la vez paleobiológico y tafonómico, los taxones encontrados en la Cerdaña se pueden considerar démicos autóctonos, démicos alóctonos y adémicos alóctonos.

- Las comunidades vegetales de la zona estuvieron periódicamente sometidas al efecto del fuego, como atestiguan las huellas de un paleoincendio encontradas en la gravera de Pi.

- En el conjunto de las asociaciones que existieron en la zona de estudio hemos podido inferir el desarrollo de comunidades herbáceas (acuáticas, anfíbias, riparias, praderas y sotobosques), arbustivas y forestales (hayedos, robledales, encinares, laurisilvas, formaciones de ulmáceas, aceráceas, de ribera y pantano y de coníferas).

- Los taxones ceretanos pueden relacionarse con los que habitan en la actualidad: el área submediterránea de Europa; Asia Oriental: Taiwan, península de Shantung, Japón, China (Norte de Kiangsi, Sur de Anhwei, Este de Szechuan-Oeste de Hupeh y Sur de Kiangsu) y Corea); regiones Euxínica e Hyrcana de Asia Menor y occidental; zonas templadas del Este de Norteamérica; Región macaronésica y África Tropical.

5- Resultados paleoclimáticos:

- El estudio de la totalidad de los taxones determinados (macro y microrrestos) desde un punto de vista de sus requerimientos térmicos, nos indica que la mayoría de estos deben considerarse meso y microtérminos, lo que nos indica que el clima de la Cerdaña durante el Vallesiense debió ser predominantemente templado.

- Los aspectos fisonómicos de los restos foliares estudiados nos señalan que la mayor parte de las plantas que hemos estudiado se deben considerar notófilas o mesófilas. Poseyendo mayoritariamente el margen aserrado. Todo esto también nos indica que el clima fue templado o templado cálido.

- La isoterma anual que presentó la zona de estudio debió encontrarse por encima de los 15°, y el mes más frío alrededor de los 5°, sin embargo debieron existir heladas durante el invierno en algunos períodos. Luego el clima que existió en la zona debió ser fundamentalmente templado o templado cálido con algunos períodos de enfriamiento.

Como excepción habría que considerar los datos ofrecidos por la macroflora de Coll de Saig que nos indica un clima de tipo subtropical libre de heladas.

- El régimen de precipitaciones parece que estuvo por encima de los 1.000 mm anuales, aunque en algunos momentos hubo un mayor índice de pluviosidad que en otros, lo que produjo cambios en la vegetación de la zona.

6- Resultados paleobiogeográficos:

- El componente arctoterciario siempre predomina sobre el paleotropical y el plurirregional.

- A partir de macrorrestos la flora Vallesiense de la Cerdaña se encuentra estrechamente relacionada con la de Ardèche (Francia) y Senigalia (Italia); y de una forma más lejana con las del Plioceno de Cantal, Mont-Doré, Alrededores de Thèziers, Pas-de-la-Mougudo, Valle del Ródano y Limburgo Holandés.

- La composición de las asociaciones polínicas registradas indican una relación más estrecha del Vallesiense con el Plioceno del valle del Ródano (Francia), que con el Mioceno Superior de la cuenca del Duero y la depresión del Guadalquivir.

Tabla 1

TAXONES	NÚMERO DE EJEMPLARES	PORCENTAJES
Esporas		
Esporas monoletas	1	0,168
Gimnospermas		
Cupressaceae	4	0,672
<i>Abies</i>	13	2,184
<i>Cathaya</i>	11	1,84
<i>Cedrus</i>	1	0,168
<i>Pinus</i>	152	25,546
Angiospermas dicotiledóneas		
arbóreas		
<i>cf. Parrotia</i>	1	0,168
<i>Ulmus-Zelkova</i>	70	11,764
<i>Carya</i>	3	0,504
<i>Juglans</i>	1	0,168
<i>Pterocarya</i>	8	1,344
<i>Myrica</i>	4	0,672
<i>Fagus</i>	12	2,016
<i>Quercus</i>	108	18,151
<i>Alnus</i>	20	3,361
<i>Betula</i>	1	0,168
<i>Carpinus</i>	1	0,168
<i>Corylus</i>	69	11,596
<i>Tilia</i>	4	0,672
<i>Salix</i>	5	0,840
Tipo Robinia	6	1,008
<i>Eleagnus</i>	1	0,168
<i>Ilex</i>	1	0,168
<i>Buxus</i>	1	0,168
<i>Acer</i>	1	0,168
<i>Fraxinus</i>	2	0,336
Oleaceae	1	0,168
no arbóreas		
Amaranthaceae-Chenopodiaceae	8	1,344
Caryophyllaceae	3	0,504
<i>Euphorbia</i>	1	0,168
Apiaceae	2	0,336
<i>Phlomis</i>	2	0,336
Asteraceae liguliflorae	1	0,168
Asteraceae tubuliflorae	10	1,680
Angiospermas monocotiledóneas		
no arbóreas		
Poaceae	61	10,252
Sparganiaceae-Typhaceae	2	0,336
Liliaceae	3	0,504
TOTAL GRANOS DETERMINADOS	595	100

Tabla 2

TAXONES	NÚMERO DE EJEMPLARES	PORCENTAJES
Esporas		
<i>Lycopodium</i>	1	0,012
Osmundaceae	3	0,038
Esporas monoletas	361	4,687
Esporas indeterminadas	1	0,012
Gimnospermas		
Tipo <i>Taxodium</i>	12	0,155
Cupressaceae	31	0,402
<i>Abies</i>	1223	15,881
<i>Cathaya</i>	639	8,297
<i>Cedrus</i>	14	0,181
<i>Picea</i>	212	2,752
<i>Pinus</i>	3621	47,019
Pinaceae indet.	2	0,025
Angiospermas dicotiledóneas		
arbóreas		
Berberidaceae	2	0,025
<i>Liquidambar</i>	1	0,012
<i>Ulmus-Zelkova</i>	111	1,441
<i>Carya</i>	16	0,207
<i>Juglans</i>	52	0,675
<i>Pterocarya</i>	6	0,077
<i>Fagus</i>	205	2,661
<i>Quercus</i>	250	3,246
<i>Alnus</i>	418	5,427
<i>Betula</i>	9	0,116
<i>Carpinus</i>	17	0,220
<i>Corylus</i>	48	0,623
<i>Tilia</i>	7	0,090
<i>Salix</i>	8	0,103
Ericaceae	3	0,038

Tabla 2 (Continuación)

TAXONES	NÚMERO DE EJEMPLARES	PORCENTAJES
<i>Tipo Robinia</i>	9	0,166
<i>Buxus</i>	6	0,077
<i>Acer</i>	5	0,064
<i>Fraxinus</i>	15	0,194
<i>Olea</i>	3	0,038
<i>Phyllirea</i>	1	0,012
Oleaceae	1	0,012
<i>Lonicera</i>	3	0,038
no arbóreas		
Nymphaeaceae	1	0,012
<i>Ranunculus</i>	28	0,363
Amaranthaceae-Chenopodiaceae	52	0,675
Caryophyllaceae	14	0,180
<i>Polygonum</i>	1	0,012
<i>Helianthemum</i>	1	0,012
Cistaceae indet.	1	0,012
<i>Primula</i>	1	0,012
<i>Tipo Ononis</i>	1	0,012
<i>Myriophyllum</i>	5	0,064
<i>Phlomis</i>	1	0,012
Lamiaceae	1	0,012
Asteraceae liguliflorae	15	0,194
Asteraceae tubuliflorae	15	0,194
Angiospermas monocotiledóneas		
arbóreas		
Arecaceae	9	0,116
no arbóreas		
<i>Potamogeton</i>	8	0,103
Cyperaceae	1	0,012
Poaceae	207	2,687
<i>Typha</i> tipo <i>T. latifolia</i>	8	0,103
Sparganiaceae-Typhaceae	3	0,038
Liliaceae	12	0,155
TOTAL	7701	100

Tabla 3

TAXONES	NÚMERO DE EJEMPLARES	PORCENTAJES
Criptógamas vasculares		
cf. <i>Equisetum</i> sp.	1	0,13
<i>Pteridium oeningense</i>	1	0,13
Gimnospermas		
<i>Glyptostrobus europaeus</i>	25	3,39
Cupressaceae tipo 1	2	0,27
aff. <i>Abies</i> sp. (semilla)	30	41
<i>Pinus</i> sp. (acículas)	182	44
<i>Pinus</i> sp. (conos ♂)	3	0,41
aff. <i>Pinus</i> sp. (semilla)	3	0,41
<i>Tsuga moenana</i>	1	0,13
Abietoideae tipo 1	2	0,27
Abietoideae tipo 2	2	0,27
Angiospermas dicotiledoneas		
Nymphaeaceae	1	0,13
<i>Daphnogene eugeniae</i>	2	0,27
<i>Daphnogene</i> sp.	19	2,58
<i>Laurophyllum</i> sp.	28	3,80
cf. <i>Ocotea</i> sp.	1	0,13
<i>Persea princeps</i>	55	7,46
Lauraceae indet.	14	1,9
Hamamelidaceae	7	0,95
<i>Ulmus</i> sp.	6	0,81
<i>Zelkova zelkovaefolia</i>	46	6,24
aff. <i>Cedrela</i> sp.	2	0,27
<i>Myrica lignitum</i>	35	4,75
<i>Myrica marginalis</i>	2	0,27
cf. <i>Castanea</i> sp.	1	0,13
<i>Fagus gussonii</i>	44	5,97
<i>Fagus pristina</i>	12	1,63
<i>Fagus</i> indet. (hoja)	1	0,13
<i>Fagus</i> sp. (fruto)	1	0,13
<i>Quercus drymeja</i>	103	13,97
<i>Quercus hispanica</i>	61	8,27

Tabla 3 (Continuación)

TAXONES	NÚMERO DE BIEMPLARES	PORCENTAJES
<i>Quercus mediterranea</i>	4	0,54
<i>Alnus occidentalis</i>	60	8,14
<i>Betula insignis</i>	2	0,27
<i>Corylus</i> sp.	2	0,27
Betulaceae	4	0,54
Fagales indet. (hoja)	1	0,13
<i>Tilia vidali</i>	4	0,54
<i>Populus tremulaefolia</i>	2	0,27
<i>Salix lavateri</i>	2	0,27
Myrsiniaceae	1	0,13
Fabaceae	2	0,27
Fabales tipo 1	1	0,13
Fabales tipo 2	1	0,13
<i>Trapa ceretana</i>	1	0,13
<i>Cornus</i> sp.	2	0,27
<i>Acer pyrenaicum</i>	28	3,80
<i>Acer integerrimum</i>	3	0,41
<i>Acer subcampestre</i>	6	0,81
<i>Acer</i> indet. (hoja)	1	0,13
<i>Acer</i> sp. (flor)	1	0,13
aff. <i>Aralia</i> sp.	2	0,27
<i>Fraxinus numama</i>	4	0,54
Dicotiledoneas indeterminables	71	9,50
Angiospermas monocotiledoneas		
<i>Potamogeton orbiculare</i>	3	0,41
Arecaceae	1	0,13
Poaceae	2	0,27
<i>Typha latissima</i>	7	0,95
Commelinidae	13	1,76
Otros restos		
Fruto indeterminado	1	0,13
Caulis	3	0,41
TOTAL RESTOS ESTUDIADOS	737	100

Tabla 4

TAXONES	NÚMERO DE EJEMPLARES	PORCENTAJES
Esporas		
Esporas monoletas	1	0,041
Gimnospermas		
Tipo <i>Sequoia</i>	8	0,330
Tipo <i>Taxodium</i>	29	1,197
Cupressaceae	71	2,932
<i>Abies</i>	105	4,330
<i>Cathaya</i>	13	0,536
<i>Cedrus</i>	5	0,206
<i>Picea</i>	2	0,082
<i>Pinus</i>	1278	52,788
Pinaceae indet.	4	0,165
Angiospermas arbóreas		
<i>Liquidambar</i>	2	0,082
<i>Ulmus-Zelkova</i>	22	0,908
<i>Carya</i>	1	0,041
<i>Juglans</i>	2	0,082
<i>Pterocarya</i>	2	0,082
<i>Myrica</i>	4	0,165
<i>Fagus</i>	4	0,165
<i>Quercus</i>	43	1,776
<i>Alnus</i>	667	27,550
<i>Betula</i>	19	0,784
<i>Corylus</i>	30	1,239
<i>Tilia</i>	3	0,123
<i>Salix</i>	1	0,041
Ericaceae	3	0,123
Tipo <i>Robinia</i>	5	0,206
<i>Ilex</i>	1	0,041
<i>Buxus</i>	8	0,330
<i>Rhamnus</i>	2	0,082
<i>Acer</i>	2	0,082
<i>Fraxinus</i>	2	0,082
<i>Sambucus</i>	2	0,082
Angiospermas no arbóreas		
Ranunculaceae	1	0,041
Amaranthaceae-Chenopodiaceae	15	0,619
<i>Cistus</i>	1	0,041
<i>Helianthemum</i>	1	0,041
Cistaceae	1	0,041
Apiaceae	12	0,495
<i>Convolvulus</i>	1	0,041
<i>Phlomis</i>	3	0,123
Asteraceae tubuliflorae	9	0,371
<i>Potamogeton</i>	1	0,041
Poaceae	26	1,073
Sparganiaceae-Typhaceae	9	0,371
TOTAL GRANOS DETERMINADOS	2421	100

Tabla 5

TAXONES	NÚMERO DE EJEMPLARES	PORCENTAJES
Esporas		
Osmundaceae	5	0,034
Esporas monoletas	29	0,196
Gimnospermas		
cf. Cycadaceae	1	0,006
Tipo <i>Sequoia</i>	9	0,061
Tipo <i>Taxodium</i>	27	0,183
Cupressaceae	106	0,721
<i>Abies</i>	2645	18,002
<i>Cathaya</i>	1036	7,051
<i>Cedrus</i>	112	0,762
<i>Picea</i>	62	0,421
<i>Pinus</i>	9274	63,122
<i>Tsuga</i>	1	0,006
Pinaceae indet.	13	0,088
Angiospermas arbóreas		
<i>Platanus</i>	1	0,006
<i>Liquidambar</i>	1	0,006
<i>Ulmus-Zelkova</i>	59	0,401
<i>Carya</i>	43	0,292
<i>Juglans</i>	21	0,142
<i>Platycarya</i>	1	0,006
<i>Pterocarya</i>	9	0,061
<i>Myrica</i>	20	0,136
<i>Fagus</i>	100	0,680
<i>Quercus</i>	243	1,653
<i>Alnus</i>	400	2,72

Tabla 5 (Continuación)

TAXONES	NÚMERO DE EJEMPLARES	PORCENTAJES
<i>Betula</i>	41	0,279
<i>Carpinus</i>	1	0,006
<i>Corylus</i>	105	0,714
<i>Tilia</i>	8	0,054
<i>Salix</i>	9	0,061
Ericaceae	3	0,020
Tipo <i>Robinia</i>	17	0,115
<i>Ilex</i>	1	0,006
<i>Rhamnus</i>	1	0,006
<i>Buxus</i>	7	0,046
<i>Acer</i>	3	0,020
<i>Fraxinus</i>	15	0,102
Oleaceae	1	0,006
Arecaceae	1	0,006
Angiospermas no arbóreas		
<i>Ranunculus</i>	4	0,027
Amaranthaceae-Chenopodiaceae	25	0,170
Caryophyllaceae	5	0,034
<i>Helianthemum</i>	2	0,013
Apiaceae	2	0,013
Asteraceae tubuliflorae	8	0,054
<i>Potamogeton</i>	13	0,088
Poaceae	170	1,157
<i>Typha</i> tipo <i>T. latifolia</i>	1	0,006
Sparganiaceae-Typhaceae	22	0,149
Liliaceae	8	0,053
TOTAL GRANOS DETERMINADOS	14691	100

Tabla 6

TAXONES	NÚMERO DE EJEMPLARES	PORCENTAJES
Gimnospermas		
<i>Glyptostrobus europaeus</i>	6	2,41
Cupressaceae	1	0,40
aff. <i>Abies</i> sp. (semilla)	3	1,20
<i>Pinus</i> sp. (acículas)	1	0,40
<i>Pinus</i> sp. (cono ♂)	1	0,40
aff. <i>Pinus</i> sp.	2	0,80
Abietoideae tipo 2	1	0,40
Angiospermas dicotiledoneas		
<i>Daphnogene eugeniae</i>	1	0,40
<i>Laurophyllum</i> sp.	2	0,80
<i>Persea princeps</i>	6	2,41
Lauraceae	11	3,62
Hamamelidaceae	1	0,40
<i>Zelkova zelkovaefolia</i>	19	7,63
<i>Myrica lignitum</i>	33	13,25
cf. <i>Castanea</i> sp.	1	0,40
<i>Fagus gussonii</i>	12	4,82
<i>Quercus drymeja</i>	50	20,08
<i>Quercus hispanica</i>	29	11,65
<i>Quercus mediterranea</i>	2	0,80
<i>Alnus occidentalis</i>	13	5,22
Betulaceae	7	2,81
cf. <i>Salix</i> sp.	1	0,40
<i>Buxus pliocenica</i>	3	1,20
<i>Acer pyrenaicum</i>	12	4,82
<i>Acer integerrimum</i>	2	0,80
<i>Acer</i> sp. (sámara)	1	0,40
Dicotiledoneas indeterminables	23	9,24
Angiospermas monocotiledoneas		
<i>Potamogeton orbiculare</i>	3	1,20
<i>Typha latissima</i>	2	0,80
Commelinidae	1	0,40
Otros restos		
Caules	1	0,40
TOTAL RESTOS ESTUDIADOS	249	100

Tabla 7

TAXONES	NÚMERO DE EJEMPLARES	PORCENTAJES
Esporas		
<i>Lycopodium</i>	1	0,010
Osmundaceae	5	0,052
Esporas monoletas	2	0,020
Gimnospermas		
Tipo <i>Sequoia</i>	8	0,083
Tipo <i>Taxodium</i>	55	0,574
Cupressaceae	53	0,553
<i>Abies</i>	45	0,469
<i>Cathaya</i>	28	0,292
<i>Cedrus</i>	6	0,062
<i>Picea</i>	2	0,020
<i>Pinus</i>	5629	58,782
<i>Tsuga</i>	81	0,845
Pinaceae indet.	10	0,104
<i>Ephedra</i>	3	0,031
Angiospermas dicotiledóneas		
Arbóreas		
<i>Liquidambar</i>	4	0,041
cf. <i>Parrotia</i>	2	0,020
<i>Ulmus-Zelkova</i>	315	3,289
<i>Carya</i>	90	0,939
<i>Juglans</i>	27	0,281
<i>Pterocarya</i>	44	0,459
<i>Myrica</i>	49	0,511
<i>Fagus</i>	692	7,226
<i>Quercus</i>	739	7,717
<i>Alnus</i>	666	6,954
<i>Betula</i>	78	0,814
<i>Carpinus</i>	3	0,031
<i>Corylus</i>	71	0,741
<i>Tilia</i>	7	0,073
<i>Salix</i>	5	0,052
Ericaceae	34	0,355
Sapotaceae	6	0,062
Tipo <i>Robinia</i>	88	0,918

Tabla 7 (Continuación)

TAXONES	NÚMERO DE EJEMPLARES	PORCENTAJES
<i>Ilex</i>	8	0,083
<i>Buxus</i>	22	0,229
<i>Frangula</i>	2	0,020
<i>Rhamnus</i>	1	0,010
<i>Parthenocissus</i>	2	0,020
<i>Acer</i>	12	0,125
<i>Fraxinus</i>	4	0,041
Oleaceae indet.	11	0,114
<i>Sambucus</i>	1	0,010
<i>Lonicera</i>	2	0,020
No arbóreas		
Nymphaeaceae	1	0,010
Ranunculaceae	4	0,041
Amaranthaceae-Chenopodiaceae	61	0,637
Caryophyllaceae	11	0,113
<i>Polygonum</i>	2	0,020
<i>Cistus</i>	4	0,041
<i>Helianthemum</i>	1	0,010
Cistaceae indet.	4	0,041
Tipo <i>Ononis</i>	1	0,010
<i>Euphorbia</i>	2	0,020
<i>Linum</i>	2	0,020
Apiaceae	5	0,052
<i>Convolvulus</i>	3	0,031
<i>Phlomis</i>	9	0,093
Lamiaceae	1	0,010
Asteraceae liguliflorae	8	0,083
Asteraceae tubuliflorae	64	0,668
Angiospermas monocotiledóneas		
No arbóreas		
<i>Potamogeton</i>	3	0,031
Poaceae	453	4,730
<i>Typha</i> tipo <i>T. latifolia</i>	5	0,052
Sparganiaceae-Typhaceae	15	0,156
Liliaceae	3	0,031
TOTAL GRANOS DETERMINADOS	9576	100

Tabla 8

TAXONES	NÚMERO DE EJEMPLARES	PORCENTAJES
Gimnospermas		
<i>Glyptostrobus europaeus</i>	4	2,35
Cupressaceae tipo 1	1	0,59
Cupressaceae tipo 2	2	1,18
aff. <i>Abies</i> sp. (semilla)	2	1,18
<i>Pinus</i> sp.	1	0,59
aff. <i>Pinus</i> sp. (semilla)	1	0,59
<i>Tsuga moenana</i>	1	0,59
Angiospermas dicotiledóneas		
<i>Daphnogene eugeniae</i>	1	0,59
<i>Persea princeps</i>	2	1,18
Lauraceae	2	1,18
Hamamelidaceae	1	0,59
<i>Zelkova zelkovaefolia</i>	14	8,23
Juglandaceae	5	2,94
<i>Myrica lignitum</i>	6	3,53
cf. <i>Castanea</i> sp.	2	1,18
<i>Fagus gussonii</i>	29	17,06
<i>Fagus pristina</i>	19	11,17
<i>Fagus</i> sp. (hoja indet.)	2	1,18
<i>Quercus drymeja</i>	16	9,41
<i>Quercus hispanica</i>	19	11,17
<i>Quercus mediterranea</i>	6	3,53
<i>Alnus occidentalis</i>	5	2,94
<i>Betula insignis</i>	3	1,76
<i>Carpinus neilreichii</i>	1	0,59
Betulaceae	6	3,53
<i>Tilia vidali</i>	1	0,59
<i>Populus tremulaefolia</i>	1	0,59
<i>Trapa ceretana</i>	1	0,59
<i>Buxus pliocenica</i>	1	0,59
<i>Acer integerrimum</i>	1	0,59
<i>Fraxinus numana</i>	1	0,59
Dicotiledoneas indeterminables	12	7,06
Angiospermas monocotiledoneas		
<i>Typha latissima</i>	1	0,59
TOTAL RESTOS ESTUDIADOS	170	100

Tabla 9

TAXONES	NÚMERO DE EJEMPLARES	PORCENTAJES
Esporas		
Osmundaceae	9	0,140
Esporas monoletas	15	0,234
Gimnospermas		
Tipo <i>Sequoia</i>	2	0,031
Tipo <i>Taxodium</i>	38	0,595
Cupressaceae	139	2,177
<i>Abies</i>	852	13,345
<i>Cathaya</i>	237	3,712
<i>Cedrus</i>	40	0,626
<i>Picea</i>	5	0,078
<i>Pinus</i>	3883	60,823
Pinaceae indet.	1	0,015
<i>Ephedra</i>	1	0,015
Angiospermas dicotiledóneas		
Arbóreas		
<i>Liquidambar</i>	1	0,015
<i>Ulmus-Zelkova</i>	44	0,689
<i>Carya</i>	9	0,140
<i>Juglans</i>	41	0,642
<i>Platycarya</i>	1	0,015
<i>Pterocarya</i>	14	0,219
<i>Myrica</i>	2	0,031
<i>Fagus</i>	115	1,801
<i>Quercus</i>	329	5,153
<i>Alnus</i>	130	2,036
<i>Betula</i>	7	0,109
<i>Carpinus</i>	1	0,015
<i>Corylus</i>	65	1,018
<i>Tilia</i>	12	0,187
<i>Salix</i>	18	0,281

Tabla 9 (Continuación)

TAXONES	NÚMERO DE EJEMPLARES	PORCENTAJES
<i>Ericaceae</i>	7	0,109
<i>Sapotaceae</i>	2	0,031
Tipo <i>Robinia</i>	24	0,375
<i>Cornus</i>	2	0,031
<i>Ilex</i>	2	0,031
<i>Buxus</i>	10	0,156
<i>Rhamnus</i>	1	0,015
<i>Parthenocissus</i>	1	0,015
<i>Acer</i>	1	0,015
<i>Fraxinus</i>	6	0,093
<i>Phyllirea</i>	1	0,015
<i>Caprifoliaceae</i>	1	0,015
No arbóreas		
<i>Nymphaeaceae</i>	1	0,015
<i>Ranunculaceae</i>	2	0,031
<i>Amaranthaceae-Chenopodiaceae</i>	54	0,845
<i>Caryophyllaceae</i>	9	0,140
<i>Polygonum</i>	1	0,015
<i>Cistus</i>	1	0,015
<i>Cistaceae</i> indet.	1	0,015
<i>Apiaceae</i>	5	0,078
<i>Asteraceae liguliflorae</i>	5	0,078
<i>Asteraceae tubuliflorae</i>	17	0,266
Angiospermas monocotiledóneas		
Arbóreas		
<i>Areaceae</i>	5	0,078
No arbóreas		
<i>Potamogeton</i>	7	0,109
<i>Cyperaceae</i>	1	0,015
<i>Poaceae</i>	193	3,023
<i>Typha</i> tipo <i>T. latifolia</i>	1	0,015
<i>Sparganiaceae-Typhaceae</i>	10	0,156
<i>Liliaceae</i>	1	0,015
TOTAL GRANOS DETERMINADOS	6384	100

Tabla 10

TAXONES	NÚMERO DE EJEMPLARES	PORCENTAJES
Esporas		
Osmundaceae	2	0,048
Esporas monoletas	1	0,024
Gimnospermas		
Tipo <i>Sequoia</i>	3	0,072
Tipo <i>Taxodium</i>	17	0,413
<i>Abies</i>	1	0,024
<i>Cathaya</i>	7	0,170
<i>Cedrus</i>	1	0,024
<i>Pinus</i>	187	4,543
<i>Tsuga</i>	10	0,242
Pinaceae indet.	1	0,024
<i>Ephedra</i>	1	0,024
Angiospermas dicotiledóneas		
Arbóreas		
<i>Liquidambar</i>	1	0,024
<i>Celtis</i>	1	0,024
<i>Ulmus-Zelkova</i>	218	5,296
<i>Carya</i>	123	2,988
<i>Juglans</i>	9	0,218
<i>Platycarya</i>	7	0,170
<i>Pterocarya</i>	97	2,356
<i>Myrica</i>	50	1,214
<i>Fagus</i>	523	12,706
<i>Quercus</i> tipo <i>Q. ilex-coccifera</i>	1	0,024
<i>Quercus</i>	426	10,349
<i>Alnus</i>	1330	32,312
<i>Betula</i>	60	1,457
<i>Carpinus</i>	16	0,388
<i>Corylus</i>	381	9,256
<i>Tilia</i>	2	0,048
<i>Salix</i>	13	0,315

Tabla 10 (Continuación)

TAXONES	NÚMERO DE EJEMPLARES	PORCENTAJES
<i>Ericaceae</i>	1	0,024
<i>Sapotaceae</i>	3	0,072
Tipo <i>Robinia</i>	13	0,315
<i>Ilex</i>	3	0,072
<i>Buxus</i>	9	0,218
<i>Rhamnus</i>	4	0,096
<i>Acer</i>	9	0,218
<i>Fraxinus</i>	6	0,145
<i>Oleaceae</i>	5	0,121
<i>Sambucus</i>	1	0,024
No arbóreas		
<i>Nymphaeaceae</i>	1	0,024
<i>Ranunculus</i>	1	0,024
<i>Amaranthaceae-Chenopodiaceae</i>	37	0,898
<i>Caryophyllaceae</i>	2	0,048
<i>Droseraceae</i>	2	0,048
<i>Myriophyllum</i>	1	0,024
<i>Apiaceae</i>	13	0,315
<i>Phlomis</i>	1	0,024
<i>Lamiaceae</i>	4	0,097
<i>Asteraceae liguliflorae</i>	6	0,145
<i>Asteraceae tubuliflorae</i>	25	0,607
Angiospermas monocotiledóneas		
Arbóreas		
<i>Arecaceae</i>	1	0,024
No arbóreas		
<i>Potamogeton</i>	11	0,267
<i>Poaceae</i>	392	9,523
<i>Typha</i> tipo <i>T. latifolia</i>	2	0,048
<i>Sparganiaceae-Typhaceae</i>	8	0,194
<i>Liliaceae</i>	8	0,194
TOTAL GRANOS DETERMINADOS	4116	100

Tabla 11

TAXONES	NÚMRO DE EJEMPLARES	PORCENTAJE
Gimnospermas		
<i>Glyptostrobus europaeus</i>	8	3,52
<i>Juniperus</i> sp.	1	0,44
aff. <i>Abies</i> sp.	5	2,20
<i>Pinus</i> sp. (escama tectriz)	1	0,44
<i>Pinus</i> sp. (acículas)	1	0,44
aff. <i>Pinus</i> sp.	2	0,88
<i>Tsuga moenana</i>	1	0,44
Abietoideae tipo 1	2	0,88
Angiospermas dicotiledoneas		
<i>Persea princeps</i>	3	1,32
Lauraceae indet.	2	0,88
Hamamelidaceae	13	5,73
<i>Zelkova zelkovaefolia</i>	17	7,49
Juglandaceae	2	0,88
<i>Myrica lignitum</i>	5	2,20
cf. <i>Castanea</i> sp.	6	2,64
<i>Fagus gussonii</i>	12	5,29
<i>Fagus pristina</i>	1	0,44
<i>Quercus arymeja</i>	9	3,96
<i>Quercus hispanica</i>	34	14,98
<i>Quercus mediterranea</i>	3	1,32
<i>Alnus occidentalis</i>	42	18,50
<i>Betula insignis</i>	1	0,44
<i>Ostrya</i> sp.	1	0,44
Betulaceae	1	0,44
<i>Populus tremulaefolia</i>	4	1,76
<i>Acer pyrenaicum</i>	17	7,93
<i>Acer integerrimum</i>	4	1,76
<i>Acer</i> sp. (sámara)	2	0,88
aff. <i>Cedrela</i> sp.	1	0,44
<i>Fraxinus numana</i>	4	1,76
Dicotiledoneas indeterminables	11	4,84
Angiospermas monocotiledoneas		
<i>Typha latissima</i>	1	0,36
Commelinidae	6	2,64
<i>Smilax hastata</i>	1	0,36
Otros restos		
Caules	2	0,88
TOTAL RESTOS ESTUDIADOS	227	100

Tabla 12

TAXONES	NÚMERO DE EJEMPLARES	PORCENTAJES
Gimnospermas		
<i>Glyptostrobus europaeus</i>	7	2,11
aff. <i>Abies</i> sp.	5	1,51
aff. <i>Cedrus</i> sp.	1	0,30
<i>Pinus</i> sp. (acículas)	5	1,51
aff. <i>Pinus</i> sp.	4	1,21
<i>Tsuga moenana</i>	6	1,81
Abietoideae tipo 1	1	0,30
Abietoideae tipo 2	1	0,30
Angiospermas dicotiledoneas		
<i>Daphnogene eugeniae</i>	1	0,30
<i>Laurophyllum</i> sp.	2	0,60
<i>Persea princeps</i>	8	2,42
Hamamelidaceae	8	2,42
<i>Zelkova zelkovaefolia</i>	12	3,62
<i>Myrica lignitum</i>	20	6,04
cf. <i>Castanea</i> sp.	3	0,91
<i>Fagus gussonii</i>	18	5,44
<i>Fagus pristina</i>	3	0,91
<i>Quercus drymeja</i>	11	3,32
<i>Quercus hispanica</i>	36	10,87
<i>Alnus occidentalis</i>	57	17,22
<i>Betula insignis</i>	3	0,91
<i>Ostrya</i> sp.	1	0,30
Betulaceae	12	3,62
<i>Tilia vidali</i>	3	0,91
<i>Populus tremulaefolia</i>	4	1,21
Fabaceae tipo 3	1	0,30
<i>Trapa ceretana</i>	1	0,30
<i>Buxus pliocenica</i>	1	0,30
<i>Acer pyrenaicum</i>	37	11,18
<i>Acer integerrimum</i>	4	1,21
<i>Acer</i> sp. (sámara tipo1)	13	3,93
aff. <i>Cedrela</i> sp.	1	0,30
<i>Fraxinus numana</i>	1	0,30
Dicotiledoneas indeterminables	14	4,23
Angiospermas monocotiledoneas		
<i>Potamogeton orbiculare</i>	2	0,60
<i>Typha latissima</i>	4	1,21
Commelinidae	14	4,23
Otros restos		
Caules	6	1,81
TOTAL RESTOS ESTUDIADOS	331	100

Tabla 13

TAXONES	NÚMERO DE EJEMPLARES	PORCENTAJES
Esporas		
Osmundaceae	1	0,054
Esporas monoletas	9	0,486
Gimnospermas		
Tipo <i>Sequoia</i>	1	0,054
Tipo <i>Taxodium</i>	9	0,486
Cupressaceae	7	0,378
<i>Abies</i>	8	0,432
<i>Cathaya</i>	4	0,216
<i>Picea</i>	2	0,108
<i>Pinus</i>	327	17,666
<i>Tsuga</i>	3	0,162
Pinaceae indet.	1	0,054
Angiospermas dicotiledóneas		
Arbóreas		
<i>Liquidambar</i>	1	0,054
<i>Ulmus-Zelkova</i>	56	3,025
<i>Carya</i>	22	1,188
<i>Juglans</i>	5	0,270
<i>Platycarya</i>	3	0,162
<i>Pterocarya</i>	19	1,026
<i>Myrica</i>	12	0,648
<i>Fagus</i>	201	10,858
<i>Quercus</i>	72	3,889
<i>Alnus</i>	847	45,759
<i>Betula</i>	20	1,080
<i>Carpinus</i>	1	0,054

Tabla 13

TAXONES	NÚMERO DE EJEMPLARES	PORCENTAJES
<i>Corylus</i>	53	2,863
<i>Tilia</i>	3	0,162
<i>Salix</i>	3	0,162
Ericaceae	2	0,108
Rosaceae	1	0,054
Tipo <i>Robinia</i>	4	0,216
<i>Cornus</i>	3	0,162
<i>Acer</i>	1	0,054
<i>Fraxinus</i>	1	0,054
Oleaceae	5	0,270
<i>Sambucus</i>	1	0,054
No arbóreas		
<i>Ranunculus</i>	1	0,054
Amaranthaceae-Chenopodiaceae	6	0,324
Caryophyllaceae	9	0,486
Cistaceae	1	0,054
<i>Myriophyllum</i>	1	0,054
Viscaceae	1	0,054
<i>Linum</i>	1	0,054
Apiaceae	1	0,054
<i>Scabiosa</i>	1	0,054
Asteraceae liguliflorae	1	0,054
Asteraceae tubuliflorae	4	0,216
Angiospermas monocotiledóneas		
No arbóreas		
<i>Potamogeton</i>	4	0,216
Poaceae	103	5,564
Sparganiaceae-Typhaceae	7	0,378
Liliaceae	1	0,054
TOTAL GRANOS DETERMINADOS	1851	100

11. BIBLIOGRAFÍA

- AGUSTÍ, J. & GIBERT, J. (1981): Migracions i endemismes de mamífers a la Península Ibèrica durant el Neogen. *Treb. Inst. Cat. Hist. Nat.*, **9**:11-17.
- AGUSTÍ, J. & ROCA, E. (1987): Síntesis bioestratigráfica de la fosa de la Cerdanya (Pirineos orientales). *Est. geol.*, **43**:521-529.
- AGUSTÍ, J.; ÁLVAREZ, G.; CALZADA, S.; CAUS, M.; GALLEMI, J.; LÓPEZ, C.; MARTINELL, J.; MARTÍNEZ, R.; MARTÍNEZ, X.; PORLA, J. de; REGUANT, S.; RIBA, O.; SANZ DE SIRIA, A.; SOLE, N.; TRUYOLS, J. & VÍA, LL. (1988): *Historia Natural dels Països Catalans, n° 15, Registre fòssil*. Enciclopedia Catalana, S. A. Barcelona. 478 pàgs. 419 Ilustraciones.
- ALLISON, P. A. (1988): Konservat-Lagerstätten: cause and classification. *Paleobiology*, **14**(4):331-344.
- ALMERA, J. (1894): Descripción de los depósitos pliocénicos de la cuenca del Bajo Llobregat y llano de Barcelona. *Mem. R. Acad. Cien. Art. Barcelona*, **3**(3):321-351.
- ALMERA, J. (1898): *Sobre la serie de mamíferos fósiles descubiertos en Cataluña*. López Robert, A., Impresor. Barcelona, 7 pàgs.
- ALMERA, J. & BOFILL, A. (1889): Recientes descubrimientos paleontológicos en Cataluña. *Crónica científica*, **12**:1-5.
- ÁLVAREZ RAMIS, C. (1981): Paleoclima de las cuencas pontienses del Pirineo catalán. *Anais II Congr. Latino-Americano Paleont. Porto Alegre.*, pàgs. 553-564.
- ÁLVAREZ RAMIS, C. (1982): Sobre la presencia de paleomanglar en el Paleógeno de la Depresión Central Catalana (curso medio del Llobregat). *Acta Geol. Hisp.*, **17**(1-2):5-9.
- ÁLVAREZ RAMIS, C. (1983): La biometría foliar en la determinación de paleoclimas terciarios. *Libro Jubilar J. M. Ríos. Contr. Temas grales.*, **3**:137-146.
- ÁLVAREZ RAMIS, C. & DOUBINGER, J. (1981): Sur la paléobotanique du gisement miocène de Buñol (Valencia, Espagne). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.)*, **79**:173-179.
- ÁLVAREZ RAMIS, C. & FERNÁNDEZ MARRÓN, M. T. (1975): Estudio paleobotánico y datación estratigráfica del yacimiento terciario de Frías (Burgos). *Primer Centenario de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Sección Geológica*, t. I:27-41, láms. 1-2.
- ÁLVAREZ RAMIS, C. & FERNÁNDEZ MARRÓN, M. T. (1981a): Considérations sur le rôle des phanérogames aquatiques du cénozoïque dans la détermination de l'âge de leurs gisements. *106° Congrès National Soc. Savantes (Perpignan) Sciences, fasc. 1*, p. 85-97.
- ÁLVAREZ RAMIS, C. & FERNÁNDEZ MARRÓN, M. T. (1981b): Observaciones sobre algunas especies fósiles del género *Trapa* L. en relación con su sistemática y posibles orígenes. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.)*, **79**:181-188.
- ÁLVAREZ RAMIS, C. & GOLPE-POSSE, J. M. (1981): Sobre la paleobiología de la cuenca de Cerdanya (depresiones pirenaicas). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.)*, **79**:31-44.
- ÁLVAREZ RAMIS, C.; GOLPE-POSSE, J. M. & SANZ PECIÑA, A. (1979): Sobre la paleobiología de la cuenca de Cerdanya (depresiones pirenaicas). *R. Soc. Esp. Hist. Nat. IV Reunión Bienal. Sec. Geol., Com. n° C-4*.
- ÁLVAREZ RAMIS, C.; RAMOS GUERRERO, E. & FERNÁNDEZ MARRÓN, M. T. (1987): Estudio paleobotánico del Cenozoico de la zona central de Mallorca: yacimiento de San Ferragut. *Bol. Geol. Min.*, **98**(3):349-356.
- ÁLVAREZ RAMIS, C. & SANZ PECIÑA, A. (1979): Determinación del paleoclima de la cuenca miocénica de "la Cerdanya" por el estudio de la morfología foliar. *R. Soc. Esp. Hist. Nat. IV Reunión Bienal. Sec. Geol., Com. n° C-6*.
- AMARAL FRANCO, J. do (1990): Género *Quercus* L. In "*Flora Ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Vol. II. Platanaceae-Plumbaginaceae.*", pàgs. 15-36. CASTROVIEJO, S.; LAINZ, M.; LÓPEZ GONZÁLEZ, G.; MONTSERRAT, P.; MUÑOZ GARMENDIA, F.; PAIVA, J. & VILLAR, L. (eds.). Real Jardín Botánico, CSIC, Madrid.

- AMBERT, P. & ROIRON, P. (1990): Un travertin d'âge Messinien (Murvill-les-Beziers, Languedoc-France). Importance de sa macroflore dans le contexte paléogéographique régional. *Paléobiol. Cont.*, 17:167-188.
- ANADÓN, P.; CABRERA, L.; JULIA, R.; ROCA, E. & ROSELL, L. (1989): Lacustrine oil-shale basins in tertiary grabens from N.E. Spain (Western European Rift System). *Palaeontogeogr. Palaeoclimat. Palaeoecol.*, 70:7-28.
- ANDERSEN, S. Th. (1967): tree-pollen rain in a mixed forest in a South Jutland (Denmark). *Rev. Palaeobot. Palyn.*, 3:267-275.
- ANDERSEN, S. Th. (1980): Influence of climatic variation on pollen season severity in wind-pollinated trees and herbs. *Grana*, 19:47-52.
- ANDERSON, G. J. (1976): The pollination biology of *Tilia*. *Amer. J. Bot.*, 63(9):1203-1212.
- ANDREÁNSZKY, G. (1959): *Die Flora der Sarmatischen Stufe in Ungarn (Die paläoökologische und zöologische Beziehungen ihrer Entwicklungsgeschichte)*. Geologische Übersicht von Zoltán Schröter, Budapest, 360 págs., 238 abb., 68 tafs., 3 tab., 2 diagr., 5 karten.
- ANDREÁNSZKY, G. (1963a): Das trockenelement in der alttertiären flora Mitteleuropas auf Grund paläobotanischer Forschungen in Ungarn. *Vegetatio*, 11:95-111.
- ANDREÁNSZKY, G. (1963b): Das trockenelemente in der jungtertiären flora Mitteleuropas. *Vegetatio*, 11:155-172.
- ANDREÁNSZKY, G. (1966): *On the Upper Oligocene flora of Hungary. Analysis of the site at the Wind Brickyard, Eger*. Akadémiai Kiadó. Publishing House of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest, 151 págs.
- ANDREJKO, M. J.; RAYMOND, R. Jr. & COHEN, A. D. (1983): Biogenic silica in peats: possible source for chertification in lignites. In: "*Mineral matter in peat. Its occurrence, form and distribution*", págs. 25-37. RAYMOND R. Jr. & ANDREJKO, M. J. (eds.), Los Alamos, New Mexico.
- ARAMBOURG, C.; ARÈNES, J. & DEPAPE, G. (1953): Contribution à l'étude des flores fossiles quaternaires de l'Afrique du Nord. *Arch. Mus. Nac. Hist. Nat. Paris.*, 2:1-85, pl. I-VI.
- ARETIO y LARRINAGA, A. (1874): Enumeración de plantas fósiles españolas. *Ann. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 3:225-259.
- ARÈNES, J. & DEPAPE, G. (1956): La flore burdigalienne des Iles Baléares (Majorque). *Rev. Gral. Bot.*, 63:347-390, pl. XV-XIX.
- ARILLO, A. & BREMOND, C. S. (1992a): Nota sobre la presencia de un tricóptero y un odonato en el Mioceno Superior de la depresión Ceretana. *Bol. Geol. Min.*, 103-6:984-988.
- ARILLO, A. & BREMOND, C. S. (1992b): La entomofauna fósil del Mioceno Superior de la Depresión Ceretana. Himenópteros. *Graellsia*, 48:99-107.
- ARILLO, A., BREMOND, C. S. & BARRÓN, E. (1992): La entomofauna fósil del Mioceno Superior de la Depresión Ceretana. Dípteros. In: "*Historia Natural'91*", págs. 553-561. ALEMANY, A. (ed.), Palma de Mallorca.
- ASSADOLLAHI, F.; BARBÉRO, M. & QUÉZEL, P. (1982): Les écosystèmes préforestiers et forestiers de l'Iran. *Ecol. Med.*, 8(1/2):365-373.
- ASTRE, G. (1927): Le bassin neogène de Bellver. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse.*, 56:231-258.
- AUGSPURGER, C. K. & FRANSON, S. E. (1987): Wind dispersal of artificial fruits varying in mass, area, and morphology. *Ecology*, 68(1):27-42.
- AXELROD, D. I. (1975): Evolution and biogeography of Madrean-Tethyan sclerophyll vegetation. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 62:280-334.

- AXELROD, D. I. (1983): Biogeography of oaks in the Arcto-Tertiary province. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, **70**:629-657.
- AXELROD, D. I. (1984): An interpretation of Cretaceous and Tertiary biota in polar regions. *Paleogeogr. Paleoclimat. Paleoecol.*, **45**:105-147.
- AXELROD, D. I. (1986): Cenozoic history of some western american pines. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, **73**:565-641.
- AXELROD, D. I. (1987): The Late Oligocene Creede Flora, Colorado. *University of California Publications. Geological Sciences*, **130**:1-235, pl. 1-34.
- AXELROD, D. I. & BAILEY, P. H. (1969): Paleotemperature analysis of Tertiary floras. *Palaeogeogr. Palaeoclimat. Palaeoecol.*, **6**:163-195.
- AYTUG, B. (1961): Etude des pollens du Genre Cèdre (*Cedrus* Link). *Polen et Spores*, **3**(1):47-54.
- BAILEY, I. W. & SINNOT, E. W. (1915): A botanical index of Cretaceous and Tertiary climates. *Science*, **41**:831-834.
- BAILEY, I. W. & SINNOT, E. W. (1916): The climatic distribution of certain types of angiosperm leaves. *Amer. J. Bot.*, **3**:24-39.
- BALDUZZI, A.; BRAMBILLA, G. & VITTADINI ZORZOLI, M. (1980): Il paesaggio vegetale del Messiniano di Carbonara Scrivia (Al). *Atti Ist. Univ. Pavia*, **XXIX**:1-12, tav. I-II.
- BALLESIO, R.; MEON, M. & SAMUEL, E. (1979): Un gisement à plantes des formations pliocènes des environs de Rasteau près Vaison-la-Romaine (Vaucluse): Stratigraphie, faune, étude des macrorestes végétaux, palynologie. *Geobios*, **12**(2):235-265, 24 figs., 3 tabl., 2 pl.
- BALTUILLE, J. M.; BECKER-PLATEN, J. D.; BENDA, L. & IVANOVIC CALZAGA, Y. (1992): A contribution to the subdivision of the Neogene in Spain using palynology. *Newsl. Stratigr.*, **27**(1/2):41-57, 2 pl., 1 fig., 3 tab.
- BANDULSKA, H. (1924): On the cuticles of some recent and fossil Fagaceae. *J. Linn. Soc. Bot. London*, **46**:427-441, pl. 39-46.
- BANDULSKA, H. (1926): On the cuticles of some fossil and recent Lauraceae. *J. Linn. Soc. Bot.*, **47**:383-425, pl. 12-14.
- BARABÉ, D.; BERGERON, Y. & VINCENT, G. A. (1982): La position des Daphniphyllaceae, Buxaceae, Simmondsiaceae et Crecopiaceae dans la Sous-Classe des Hamamelididae. Étude numérique. *C. R. Acad. Sc. Paris*, **294**(III):891-896.
- BARBÉRO, M. & QUÉZEL, P. (1975): Les fôrest de sapin sur le pourtoir méditerranéen. *Anal. Inst. Bot. Cavanilles*, **32**(2):1245-1289.
- BARBÉRO, M.; BENABID, A.; PEYRE, C. & QUÉZEL, P. (1980): Sur la presence au Maroc de *Laurus azorica* (Seub.) Franco. *Anales Jard. Bot. Madrid*, **37**(2):467-472.
- BARCELÓ COLL, J.; NICOLAS RODRIGO, G.; SABATER GARCÍA, B. & SANCHEZ TAMES, R. (1987): *Fisiología vegetal*. Ed. Pirámide, S. A. Madrid. 824 págs.
- BARRÓN, E. (1989): Primeros datos sobre la presencia de *Castanea sativa* Miller, en la depresión Ceretana (Lérida). *V Jornadas de Paleontología. Resúmenes de Comunicaciones. Valencia.*, págs. 23-25.
- BARRÓN, E. (1990): Implicaciones paleoecológicas del dimorfismo foliar en *Quercus drymeja* Unger. *VI Jornadas de Paleontología. Resúmenes de Comunicaciones. Granada.*, pág. 8.
- BARRÓN, E. (1991): *Contribuciones al estudio de la macroflora pontiense de La Cerdaña (Lérida): la familia Fagaceae DUMORTIER (Fagales, Hamamelidae, Magnoliatae)*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Complutense de Madrid. 290 págs. Láms. I-IX. (Inédita)
- BARRÓN, E. (1992a): Presencia de *Fraxinus excelsior* Linné (Oleaceae, Gentianales) en el Mioceno Superior de la Depresión Ceretana. Implicaciones tafonómicas y paleoecológicas. *Rev. Esp. Paleont.*, **7**(2):101-108.

- BARRÓN, E. (1992b): La presencia del género *Acer*, L. (Aceraceae, Sapindales, Rosidae) en el Mioceno Superior de la Depresión Ceretana (Lérida). In: "*Historia Natural '91*", págs. 543-551. ALEMANY, A. (ed.), Palma de Mallorca.
- BARRÓN, E. (1993): Thaphonomic studies of the plant remains from the Ceretana Basin (Lérida, Spain). *Kaupia*, 2:127-132.
- BARRÓN, E. & DIÉGUEZ, C. (1994): Neogene species of the genus *Fagus* L. from La Cerdanya (Lérida, Spain). Taxonomic conclusions and phylogenetic considerations. *Anales. Jard. Bot. Madrid*, 52(1):21-32.
- BARTHÉLEMY, L. (1985): Réflexions sur la répartition du pollen. Conséquences pour l' Archéologie. In: "*Palynologie archéologique*", págs. 53-86. RENAULT-MISKOVSKY, J., BUI-THI, M. & GIRARD, M. (eds.), Éditions du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris.
- BATALLER, J. L. (1951): Las fanerógamas fósiles de España. *Anales Esc. Peritos Agríc. espec. agropec. Serv. Téc. Agricultura.*, 10:129-149.
- BATES, C. D.; COXON, P. & GIBBARD, P. L. (1978): A new method for the preparation of clay-rich sediment samples for palynological investigation. *New Phytol.*, 81:459-463.
- BATHER, D. SC. (1908): Nathorst's methods of studying cutinised portions of fossil plants. *Geol. Mag. N. S. Dec. V.*, 5:454-459.
- BECH, J.; TOMÀS, X. & VALLEJO, V. R. (1981): Dades mineralògiques del jaciment fossilífer de la font del Talló per a l'estudi paleoecològic de la conca miocènica de Bellver. *Treb. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 9:79-82.
- BEERBOWER, J. R. & JORDAN, D. (1969): application of information theory to paleontologic problems: taxonomic diversity. *J. Paleont.*, 43(5):1184-1198.
- BELMONTE I SOLER, J. (1988): Datos para el estudio de la dinámica de la circulación del polen aerovagante en Catalunya. In: "*Actas de Palinología*", págs. 177-182. CIVIS, J. & VALLE, M. F. (eds.). Universidad de Salamanca.
- BENDA, L. (1971): Grundzüge einer pollenanalytischen Gliederung des türkischen Jungtertiärs (Känozoikum und Braunkohlen der Türkei. 4). *Beih. geol. Jb.*, 113:1-46, 1 tab., 4 taf.
- BENDA, L. & MEULENKAMP, J. E. (1972): Discussion on biostratigraphic correlations in the Eastern Mediterranean Neogene. *Z. Deutsch. Geol. Ges.*, 123:559-564.
- BENDA, L. & MEULENKAMP, J. E. (1990): Biostratigraphic correlations in the Eastern Mediterranean Neogene. 9. Sporomorph associations and event stratigraphy of the Eastern Mediterranean. *Newsl. Stratigr.*, 23(1):1-10, 1 tab.
- BENDA, L.; BRUIJN, H. de & GREGOR, H.-J. (1982a): Biostratigraphic correlations in the Eastern Mediterranean Neogene. 7. Calibration of sporomorph -and rodent- associations in the Ailveri-Kymi basin/Island of euboa (Greece). *Newsl. Stratigr.*, 11(3):128-135.
- BENDA, L.; MEULENKAMP, J. E. & SCHMIDT, R. R. (1982b): Biostratigraphic correlations in the Eastern Mediterranean Neogene. 6. Correlations between sporomorph, marina microfossil and mammal associations from some Miocene sections of the Ionian Island and Greece. *Newsl. Stratigr.*, 11(2):83-93.
- BENDA, L.; MEULENKAMP, J. E. & ZACHARIASSE, W. J. (1974): Biostratigraphic correlations in the Eastern Mediterranean Neogene. 1. Correlation between plantonik foraminiferal, uvigerinid, sporomorph and mammal zonations of the Cretan and Italian Neogene. *Newsl. Stratigr.*, 3(3):205-217.
- BENTHEM, F. v.; CLARKE, G. C. S. & PUNT, W. (1984): The Northwest European Pollen Flora, 33. Fagaceae. *Rev. Palaeobot. Palyn.*, 42:87-110.
- BERG, C. C. (1977): Urticales, their differentiation and Systematic position. *Plant. Syst. Evol., Suppl.*, 1:349-374.
- BERRY, E. W. (1916): The Lower Eocene floras of Southeastern North America. *U. S. Geol. Surv., Prof. Pap.*, 91:1-481, pl. I-CXVII.
- BERRY, E. W. (1924): The Middle and Upper Eocene floras of Southeastern North America. *U. S. Geol. Surv., Prof. Pap.*,

- BESSAIS, E. & CRAVATTE, J. (1988): Les écosystèmes végétaux pliocènes de Catalogne méridionale. Variations latitudinales dans le domaine Nord-ouest méditerranéen. *Geobios*, **21**(1):49-63, 5 figs., 1 pl.
- BESSEDIK, M. (1981): Une mangrove à *Avicennia* L. en Méditerranée occidentale au Miocène inférieur et moyen. Implications paléogéographiques. *C. R. Acad. Sc. Paris*, **293**, ser. II, 469-472.
- BESSEDIK, M. (1983): Le genre *Buxus* L. (*Nagyipollis* Kedves 1962) au Tertiaire en Europe Occidentale: évolution et implications paléogéographiques. *Pollen et Spores*, **25**(3-4):461-486.
- BESSEDIK, M. (1985): *Reconstitution des environnements miocènes des régions nord-ouest méditerranéennes à partir de la Palynologie*. Thèse d'État. Académie de Montpellier. Université des Sciences et Techniques du Languedoc. 162 págs.
- BIALOBRZESKA, M. & TRUCHANOWICZÓWNA, J. (1983): Fruits of the genus *Fagus* from the Neogene of the western Carpathians - Biometrical study. *Acta Palaeobot.*, **23**(2):103-120.
- BIOSCA, J. & VÍA, L. (1987): El género *Nypa* (Palmae) en el Eoceno de la Depresión Central Catalana. *Batalleria*, **1**:7-23.
- BIRKS, H. J. B. (1985): Recent and possible future mathematical developments in quantitative Palaeoecology. *Palaeogeogr. Palaeoclimat. Palaeoecol.*, **50**:107-147.
- BLACKMORE, S. (1984): The Northwest European Pollen Flora, 32. Compositae (Lact.). *Rev. Palaeobot. Palyn.*, **42**(NEPF):45-85.
- BLACKMORE, S. & HEATH, G. L. A. (1989): The Northwest European Pollen Flora, 30. Berberidaceae. *Rev. Palaeobot. Palyn.*, **42**(NEPF):7-21.
- BLANC-LOUVEL, C. (1984): Le genre "*Ranunculus* L." dans le Berriasien (Crétacé Inferieur) de la province de Lérida (Espagne). *Ilerda*, **45**:83-92.
- BOISSEVAIN, H. (1934): Étude géologique et géomorphologique d'une partie de la vallée de la Haute Segre (Pyrenées catalanes). *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse.*, **66**(1):33-17, 3 pl.
- BOROS, A. & JÁRAI-KOMLÓDI, M. (1975): *An atlas of recent european moss spores*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 466 págs.
- BORTENSCHLAGER, S. (1990): Aspects of pollen morphology in the Cupressaceae. *Grana*, **29**:129-137.
- BOULAY, N. (1887): Notice sur la flore tertiaire des environs de Privas (Ardèche). *Bull. Soc. Bot. Fr.*, **30**(34):1-38.
- BOULAY, N. (1890a): *Flore pliocène des environs de Théziers (Gard)*. Librairie Paul Klincksieck. Paris. 70 págs., pl. I-VII.
- BOULAY, N. (1890b): *La flore pliocène dans la Vallée du Rhône*. Librairie Paul Klincksieck. Paris. 32 págs.
- BOULAY, N. (1892): *Flore pliocène du Mont-Dore (Puy-du-Dôme)*. Chez F. Savy, Librairie. Paris. 115 págs., pl. I-X.
- BOUREAU, E. (1975): *Traité de Paléobotanique, Tome IV, 2ème fasc. Pteridophylla, 1ère partie*. Masson et Cie Eds., Paris, 768 págs.
- BOYD, A. (1994): Some limitations in using leaf physiognomic data as a precise method for determining paleoclimates with an example from the Late Cretaceous Pautût Flora of West Greenland. *Paleogeogr. Palaeoclimat. Palaeoecol.*, **112**(3-4):261-278.
- BRAUN, A. (1845): Die Tertiär-Flora von Oeningen. *N. Jb. Mineral.*, (1845):164-173.
- BRAG, J. R. & GORHAM, E. (1964): Litter production in forests of the World. *Adv. Ecol. Res.*, **2**:101-107.
- BRELIE, G. von der (1967): Quantitative Sporenuntersuchungen zur Stratigraphischen Gliederung des Neogens in Mittel-

- BRONGNIART, A. (1833): Notice sur une Conifère du terrain d'eau douce de l'île d'Iliodroma. *Ann. Sc. Nat.*, **30**:168-176.
- BRUBAKER, L. B. (1986): Responses of tree populations to climate change. *Vegetatio*, **67**:119-130.
- BRÜCKNER, P. (1993): Pollen morphology and taxonomy of Eurasiatic species of the genus *Buxus* (Buxaceae). *Grana*, **32**:65-78.
- BURNHAM, R. J. (1986a): Foliar morphological analysis of the Ulmoideae (Ulmaceae) from the early Tertiary of Western North America. *Palaeontographica Abt.*, **B 201**(5-6):135-167.
- BURNHAM, R. J. (1986b): Morphological systematics and the Ulmoideae. In: "*Systematic and taxonomic approaches in Paleobotany. Systematics Assn. Special Vol. 31*", págs. 105-122. SPICER, R. A. & THOMAS, B. A. (eds.). Clarendon Press, Oxford.
- BURNHAM, R. J. (1989): Relationships between standing vegetation and leaf litter in a paratropical forest: implications for Paleobotany. *Rev. Paleobot. Palyn.*, **58**:5-32.
- BURNHAM, R. J.; WING, S. L. & PARKER, G. G. (1992): The reflection of deciduous forest communities in leaf litter: implications for autochthonous litter assemblages from the fossil record. *Paleobiology*, **18**(1):30-49.
- BŮŽEK, Č. & KVAČEK, Z. (1974): Tertiary lauraceous leaves from the northern part of the Pětipsy area (North-Bohemian Basin). *Věst. Ústřed. ústav. Geol.*, **49**:9-18, pl. I-II.
- BŮŽEK, Č.; KVAČEK, Z. & HOLÝ, F. (1985): Late Pliocene palaeoenvironment and correlation of the Vildštejn floristic complex within Central Europe. *Rozpravy Československé Akademie Věd. Řada Matematických a Přírodních Věd*, **95**(7):1-72, pl. 1-20.
- CABRERA, L.; ROCA, E. & SANTANACH, P. (1988): Basin formation at the end of a strike-slip fault: the Cerdanya Basin (Eastern Pyrenees). *J. Geol. Soc. London.*, **145**:261-268, 5 figs.
- CALL, V. B. & DILCHER, D. L. (1992): Investigations of angiosperms from the Eocene of Southeastern North America: samaras of *Fraxinus wilcoxiana* Berry. *Rev. Paleobot. Palyn.*, **74**:249-266.
- CAMUS, A. (1929): *Les Chataniers. Monographie des genres Castanea et Castanopsis. Encyclopedie économique de sylviculture*. Vol. III. Paul Lechevalier éditeur. Paris. 804 págs. 28 figs. Atlas, pl. 76, pl.-anatomie. I-XXXIV.
- CAMUS, A. (1936-1954): *Les chênes. Monographie du genre Quercus et Lithocarpus. Encyclopedie économique de sylviculture*. Vol. VI, 687 págs., 35 figs.; Vol. VII, 830 págs., 59 figs.; Vol. VIII, 1313 págs., 28 figs.; Atlas - pl. 1-522, pl.-anatomie. I-XCVII. Paul Lechevalier éditeur. Paris.
- CARAZO, F. & VILORIA, J. (1946): Noticias sobre los yacimientos fosilíferos de las margas miocénicas del valle de la Cerdaña. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, **44**:575-578, láms. XXV-XXVI.
- CASTROVIEJO, S. (1986): Osmundaceae. In: "*Flora Ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Vol. I. Lycopodiaceae-Papaveraceae*", págs. 38-39. CASTROVIEJO, S.; LAÍNZ, M.; LÓPEZ GONZÁLEZ, G.; MONTSERRAT, P.; MUÑOZ GARMENDIA, F.; PAIVA, J. & VILLAR, L. (eds.). Real Jardín Botánico, C.S.I.C., Madrid.
- CEBALLOS, L. & ORTUÑO, F. (1976): *Estudio sobre la vegetación y flora forestal de las Canarias occidentales*. 2ª Edición. Excmo. Cabildo Insular, Santa Cruz de Tenerife, 433 págs.
- CEBALLOS, L. & RUIZ DE LA TORRE, J. (1979): *Arboles y arbustos de la España peninsular*. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Sec. Publ. Madrid. 512 págs., 133 láms.
- CEVALLOS-FERRIZ, S. R. S. & STOCKEY, R. A. (1989): Permineralized fruits and seed from the Princeton Chert (Middle Eocene) of British Columbia: Nymphaeaceae. *Bot. Gaz.*, **150**(2):207-217.
- CLARKE, G. C. S. (1977): The Northwest European Pollen Flora, 10. Boraginaceae. *Rev. Paleobot. Palyn.*, **24**(NEPF):59-

- CLARKE, G. C. S. & JONES, M. R. (1978): The Northwest European Pollen Flora, 17. Aceraceae. *Rev. Palaeobot. Palyn.*, **26**(NEPF):181-193.
- CLARKE, G. C. S. & JONES, M. R. (1981): The Northwest European Pollen Flora, 21. Dipsacaceae. *Rev. Palaeobot. Palyn.*, **33**(NEPF):1-25.
- CLARKE, G. C. S.; PUNT, W. & HOEN, P. P. (1991): The Northwest European Pollen Flora, 51. Ranunculaceae. *Rev. Palaeobot. Palyn.*, **69**(NEPF):117-271.
- COLLINSON, M. E. (1980): Recent and tertiary seeds of the Nymphaeaceae sensu lato with a revision of *Brasenia ovula* (Brong.) Reid and Chandler. *Ann. Bot.*, **46**:603-632.
- COLLINSON, M. E. (1986): Use of modern generic names for plant fossils. In: "Systematic and Taxonomic approaches in Palaeobotany. Systematics Assn. Special Vol. **31**", págs. 91-104. SPICER, R. A. & THOMAS, B. A. (eds.), Clarendon Press, Oxford.
- COLLINSON, M. E. (1992): The early fossil history of Salicaceae: a brief review. *Proceed. R. Soc. Edinburgh*, **98B**:155-167.
- COSTA TENORIO, M.; GARCIA ANTON, M.; MORLA JUARISTI, C. & SAINZ OLLERO, H. (1990): La evolución de los bosques de la Península Ibérica: una interpretación basada en datos paleobiogeográficos. *Ecología. Fuera de Serie*, n° 1, págs. 31-58.
- COUR, P. (1974): Nouvelles techniques de détection des flux et des retombées polliniques: étude de la sédimentation des pollens et des spores à la surface du sol. *Pollen et Spores*, **16**(1): 103-141.
- CRANE, P. R. (1981): Betulaceous leaves and fruits from the British Upper Palaeocene. *Bot. J. Linn. Soc.*, **83**:103-136.
- CRANE, P. R. (1988): Major clades and relationships in the "higher" Gymnosperms. In: "Origin and evolution of Gymnospermy", págs. 218-272. BECK, C. B. (ed.). Columbia University Press, New York.
- CRANE, P. R. (1989): Paleobotanical evidence on the early radiation of nonmagnoliid dicotyledons. *Pl. Syst. Evol.*, **162**:165-191.
- CRANE, P. R. & STOCKEY, R. A. (1987): Betula leaves and reproductive structures from the Middle Eocene of British Columbia, Canada. *Canada J. Bot.*, **65**:2490-2500.
- CRANE, P. R. & UPCHURCH, G. R. (1987): *Drewria potomacensis* gen. et sp. nov., an early cretaceous member of Gnetales from the Potomac Group of Virginia. *Amer. J. Bot.*, **74**(11):1722-1736.
- CRANE, P. R.; MANCHESTER, S. R. & DILCHER, D. L. (1990): A preliminary survey of fossil leaves and well-preserved reproductive structures from the Sentinel Butte Formation (Paleocene) near Almont, North Dakota. *Fieldiana, Geology n. s.*, **20**:1-63.
- CREPET, W. L. & DAGHLIAN, C. P. (1982): Euphorbioid inflorescences from the Middle Eocene Claiborne Formation. *Amer. J. Bot.*, **69**(2):258-266.
- CREPET, W. L. & DILCHER, D. L. (1977): Investigations of angiosperms from the Eocene of North America: A mimosoid inflorescence. *Amer. J. Bot.*, **64**(6):714-725.
- CREPET, W. L. & FELDMAN, G. D. (1991): The earliest remains of grasses in the fossil record. *Amer. J. Bot.*, **78**(7):1010-1014.
- CREPET, N. L. & STUESSY, T. F. (1978): A reinvestigation of the fossil *Viguiera cronquistii* (Compositae). *Brittonia*, **30**(4):483-491.
- CRISTOPHEL, D. C. & GREENWOOD, D. R. (1989): Changes in climate and vegetation in Australia during the Tertiary. *Rev. Palaeobot. Palyn.*, **58**:95-109.

- CRONK, Q. C. B. & CLARKE, G. C. S. (1981): The Northwest European Pollen Flora, 28. Convolvulaceae. *Rev. Palaeobot. Palyn.*, **33**(NEPF):117-135.
- CRONQUIST, A. (1981): *An integrated system of classification of flowering plants*. Columbia University Press. New York. 1262 págs.
- CROSS, A. T. & TAGGART, R. (1982): Causes of short-term sequential changes in fossil plant assemblages: some considerations based on a Miocene Flora of the Northwest United States. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, **69**:676-734.
- CHALONER, W. G. (1968): The Paleocology of fossil spores. In: "*Evolution and environments*", págs. 125-138. DRAKE, E. T. (ed.). Yale University Press, New York and London.
- CHALONER, W. G. & MUIR, M. (1968): Spores and floras. In: "*Biological environment of coal formation*", págs. 127-146. MARENSON & WERTORD (eds.). Oliver & Boyd, Edimburg.
- CHANDLER, M. E. J. (1957): The oligocene flora of the Bovey Tracey Lake Basin, Devonshire. *Bull. British. Museum (Natural Hist.) Geol.*, **3**(3):1-123, pl. 11-17.
- CHANEY, R. W. (1959): Miocene flora of the Columbia Plateau. *Publs. Carnegie Inst. Washington*, **617**:1-228.
- CHEVALIER, M. (1925): Note sur les terrains néogènes de la Cerdagne. *But. Inst. Catalana. Hist. Nat.*, **2**^a ser., **25**(5):126-138.
- CHRISTENSEN, P. B. & BLACKMORE, S. (1988): The Northwest European Pollen Flora, 40. Tiliaceae. *Rev. Paleobot. Palyn.*, **57**:33-45.
- DAGHLIAN, CH. P. (1981): A review of the fossil record of Monocotyledons. *Bot. Rev.*, **47**(4):517-555.
- DALLONI, M. (1930): Étude géologique des Pyrénées catalanes. *Ann. Fac. Scien. Marseille.*, **26**(2):1-373, pl. I-XII.
- DAVIS, H. B. (1967): Pollen deposition in lakes as measured by sediment traps. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, **78**:849-858, 4 figs.
- DE LA VAULX, M. M. R. & MARTY, P. (1920): Nouvelles recherches sur la flore fossile des environs de Varennes (Puy-de-Dôme). *Rev. Gral. Bot.* **32**:282-300, 327-336, 351-368, pl. 11-13.
- DE LAS HERAS, X.; GRIMALT, J. O.; ALBAIGÉS, J.; JULIÀ, R. & ANADÓN, P. (1987): Origin and diagenesis of the organic matter present in miocene freshwater lacustrine phosphates (Cerdanya Basin, Eastern Pyrenees). "*Advances in organic Geochemistry, 1987*". *Organic Geochemistry*, 1-21, 6 figs.
- DE RENZI, M. (1978): La problemática de la fundamentación de la Paleocología. *Est. geol.*, **34**:559-570.
- DELEVORYAS, T. (1963): *Morphology and evolution of fossil plants*. Biological studies. Holt, Rinehart & Winston, New York, 189 págs.
- DELEVORYAS, T. & HOPE, R. C. (1973): Fertile coniferophyte remains from the late Triassic Deep River Basin, North Carolina. *Amer. J. Bot.*, **60**(8):810-818.
- DEPAPE, M. G. (1912): Note sur quelques chênes miocènes et pliocènes de la Vallée du Rhône. *Rev. Gral. Bot.*, **24**:335-351, pl. 11-12.
- DEPAPE, M. G. (1922): Recherches sur la flore pliocène de la Vallée du Rhône. Flores de Saint-Marcel (Ardèche) et des environs de Thézières (Gard). *Ann. Sc. Nat. Bot. Paris*, 10ème ser., **4**:73-266, 15 láms., 43 figs.
- DEPAPE, M. G. (1928): Le monde des plantes à l'apparition de l'homme en Europe Occidentale. Flores récentes de France, des Pays-Bas, d'Angleterre. *Ann. Soc. Bruxelles*, ser. B. *Scien. phys. Nat.*, **48**, 2ème part., págs. 39-102.
- DEPAPE, M. G. (1932): La flore tertiaire du Wei-Tch'ang (Province de Jehol, Chine). *Publ. Mus. Hoang ho Paiho*, **6**:1-26.
- DEPAPE, M. G. & FALLOT, P. (1928): Les gisements de Burdigalien à plantes de Majorque. *Ann. Soc. Geol. Nord.*, **53**(5):5-19, pl. I.

- DEPAPE, M. G. & GRANGEON, P. (1958): Les flores miocènes de la France. *Congr. Soc. Savantes. Sec. Ciencias.*, págs. 153-170.
- DEPÉRÉT, CH. & RÉROLLE, L. (1885): Note sur la géologie et sur les mammifères fossiles du bassin lacustre miocène supérieur de la Cerdagne. *Bull. Soc. Geol. Fr.*, 3ème ser., 13:488-506, pl. XVII-XVIII.
- DE VRIES, H.; BREDEMEIJER, G. & HEINEN, W. (1967): The decay of cutin and cuticular components by soil microorganisms in their natural environment. *Acta Bot. Neerl.*, 16(3):102-110.
- DI PASQUALE, G.; GARFI, G. & QUÉZEL, P. (1992): Sur la présence d'un *Zelkova* nouveau en Sicile Sud-Orientale (Ulmaceae). *Biocosme Méditerranéen, Nice*, 8(4)-9(1):401-409.
- DIÉGUEZ, C. (1994): Colecta, preparación y conservación de macrorrestos vegetales fósiles. In: "*Manual de colecta, preparación y conservación de macrofósiles para colecciones científicas*", págs. 31-58. Manuales técnicos de Museología, vol. nº 4. DIÉGUEZ, C. (ed.), Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, Madrid.
- DIÉGUEZ, C.; NIEVES, J. L. & BARRÓN, E. (in press.): Fossil galls (zoocecid) from Upper Miocene of la Cerdanya (Lérida, Spain). *Rev. Palaeobot. Palyn.*
- DIÉGUEZ, C.; TALÉNS, J. & WAGNER, R. H. (1989): Paleobotánica. In: "*Nuevas tendencias. Paleontología*", págs. 317-339, AGUIRRE, E. (coord.). Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid.
- DÍEZ GARRETAS, B.; CUENCA, J. & ASENSI, A. (1986): Datos sobre la vegetación del subsector aljibico (provincia Gaditano-Onubo-Algarviense). *Lazaroa*, 9:315-332.
- DIKINSON, W. C. (1975): The bases of angiosperm phylogeny: vegetative anatomy. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 62(3):590-620.
- DILCHER, D. L. (1962): Cuticular analysis of Eocene leaves of *Ocotea obtusifolia*. *Amer. J. Bot.*, 50(1):1-8.
- DILCHER, H. (1974): Approaches to the identification of angiosperm leaf remains. *Bot. Rev.*, 40(1):1-157.
- DILCHER, D. L.; POTTER, F. W. Jr. & CREPET, W. L. (1976): Investigations of angiosperms from the Eocene of North America: Juglandaceous winged fruits. *Amer. J. Bot.*, 63(5):532-534.
- DINIZ, F. (1969): Ombellíferes pliocénos de Rio Maior (Portugal). *Nat. Monsp., ser. Bot.*, 20:77-88, pl. I.
- DOLPH, G. E. (1978): Variation in leaf size and margin type with respect to climate. *Cour. Forsch. Inst. Senckenberg*, 30:153-158.
- DOLPH, G. E. (1979): Variation in leaf margin with respect to climate in Costa Rica. *Bull. Torrey Bot. Club*, 106(2):104-109.
- DOLPH, G. E. & DILCHER, D. L. (1980): Variation in leaf size with respect to climate in the tropics of the Western Hemisphere. *Bull. Torrey Bot. Club*, 107(2):154-162.
- DOOD, J. R. & STANTON, R. J. (1981): *Paleoecology. Concept and applications*. John Wiley & Sons, New York, 546 págs.
- DORF, E. (1965): Plants: Mesozoic and Cenozoic forms. In "*Handbook of paleontological techniques*", págs. 127-134. KUMMEL, B. & RAUP, D. W. H. (eds.). Freeman and Company, San Francisco.
- DRINNAN, A. N.; CRANE, P. R.; FRIIS, E. M. & PEDERSEN, K. R. (1990): Lauraceous flowers from the Potomac Group (Mid-Cretaceous) of Eastern North America. *Bot. Gaz.*, 151(3):370-384.
- DRINNAN, A. N.; CRANE, P. R.; FRIIS, E. M. & PEDERSEN, K. R. (1991): Angiosperm flowers and tricolpate pollen of Buxaceous affinity from the Potomac Group (Mid-Cretaceous) of Eastern North America. *Am. J. Bot.*, 78(2):153-176.
- DUCHAUFOR, P. (1984): *Edafología*. Masson S. A. Barcelona. 193 págs.

- DUNWIDDIE, P. W. (1987): Macrofossil and pollen representation of coniferous trees in modern sediments from Washington. *Ecology*, **68**(1):1-11.
- DUSEN, P. (1907): Über die tertiäre Flora der Magellansländer I. In: "Wiss. Ergeb. Schwed. Exp. Magellansländer. 1895-1898, IV", págs. 84-108. NORDENSKJÖLD, O. (ed.). Stockholm.
- ECKENWALDER, J. E. (1980): Foliar heteromorphism in *Populus* (Salicaceae) a source of confusion in the taxonomy of Tertiary leaf remains. *Systematic Botany*, **5**(4):366-383.
- ELIAS, T. S. (1970): The genera of Ulmaceae in the Southeastern United States. *J. Arnold. Arb.*, **51**:18-40.
- ELIAS, T. S. (1971): The genera of Fagaceae in the Southeastern United States. *J. Arnold. Arb.*, **52**(1):159-195.
- ENGEL, M. S. (1978): The Northwest European Pollen Flora, 19. Haloragaceae. *Rev. Palaeobot. Palyn.*, **26**(NEPF):199-207.
- ENGELHARDT, H. (1891): Über die Flora der über den Braunkohlen befindlichen Tertiärschichten von Dux. Ein neuer Beitrag zur Kenntniss der fossilen Pflanzen Nordböhmens. *Nova Acta Leop.-Carol. Deutch. Akad. Naturf.*, **57**(3):130-219, taf. 4-18.
- ENGLER, A. (1882): *Versuch einer Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt seit der Tertiärperiode II*. Engelmann, W., Leipzig, 333 págs.
- ERDTMAN, G. (1986): *Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms (an introduction to Palynology)*, Brill, E. J. (ed.), Leiden. 553 págs., 261 figs.
- ESAU, K. (1976): *Anatomía vegetal*. Ed. Omega, S. A. Barcelona. 779 págs., 96 láms.
- ETTINGSHAUSEN, C. v. (1858): Beiträge zur Kenntniss der fossilen Flora von Sotzka. *Sitzungsberichte der Kaiserl. Akademie der mathem.-naturw.*, **88**, band n° 6, seite 471: 1-99, taf. I-VI.
- ETTINGSHAUSEN, C. v. (1868): Die fossile Flora des älteren Braunkohlenformation der Wetterau. *Sitzd. d. K. Akad. d. Wissensch.*, **57**, band I, Abth. 1868: 1-87, taf. I-V, tab. I-XI.
- ETTINGSHAUSEN, C. v. (1889): Die fossile Flora von Schoenegg bei Wies in Steiermark I. Theil. *Denkschriften der Mathem.-naturw. Cl.* **57**:61-112, taf. I-IV.
- ETTINGSHAUSEN, C. v. (1892): Die Fossile Flora von Schoenegg bei Wies in Steiermark. I. Theil (Enthaltend die Cryptogamen, Gymnospermen, Monocotyledonen und Apetalen). *Denkschriften d. K. Akad. d. W. math.-naturw. Classe*, **57**, Bd.:61-112, taf. I-IV.
- EYDE, R. H. (1988): Comprehending Cornus: Puzzles and Progress in systematics of Dogwoods. *Bot. Rev.*, **54**(3):233-351.
- FAEGRI, K. & IVERSEN, J. (1989): *Textbook of pollen analysis*. John Wiley & Sons, Chichester, 328 págs.
- FAHN, A. (1985): *Anatomía vegetal*. Ed. Pirámide, S. A. Madrid, 599 págs.
- FERGUSON, D. K. (1967): On the phytogeography of coniferales in the European Cenozoic. *Paleogeogr. Paleoclimat. Paleocol.*, **3**:73-110.
- FERGUSON, D. K. (1971): The miocene flora of Krezau, Western Germany. 1- The leaf remains. *Verh. K. Ned. Akad. Wed., Afd. Natuurk. d. Tweede Reeks.*, **2**, **60**(1):1-277, 53 láms.
- FERGUSON, D. K. (1974): On the taxonomy of recent and fossil species of *Laurus* (Lauraceae). *Bot. J. Linn. Soc.*, **68**:51-72.
- FERGUSON, D. K. (1985): The origin of leaf-assemblages - New light on an old problem. *Rev. Palaeobot. Palyn.*, **46**:117-188.
- FERGUSON, D. K. (1993): Plant taphonomic studies with special reference to Messel. *Kaupia*, **2**:117-126.
- FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, M. D. & FONBELLA BLANCO, M. A. (1988): Estudio polínico de los taxones del género

- Salix L., subgénero Vetrix (Dum.) Dum., sección Vetrix (Salicaceae) del Noroeste de la Península Ibérica. In: "Actas de palinología", págs. 72-78. CIVIS LLOVERA, J. & VALLE, M. F. (eds.). Universidad de Salamanca.
- FERNÁNDEZ LÓPEZ, S. (1981): La evolución tafonómica (un planteamiento neodarwinista). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.)*, **79**:243-254.
- FERNÁNDEZ LÓPEZ, S. (1984): Nuevas perspectivas de la Tafonomía evolutiva: tafosistemas y asociaciones conservadas. *Est. geol.*, **40**:215-224.
- FERNÁNDEZ LÓPEZ, S. (1990): El significado de la autoctonía/aloc-tonía tafonómica. *Com. Reunión de Tafonomía y Fosilización. Madrid*, págs. 115-124.
- FERNÁNDEZ LÓPEZ, S. (1991a): Sistemas tafonómicos: función y evolución. *Rev. Esp. Paleont.*, nº Extraordinario, 21-34.
- FERNÁNDEZ LÓPEZ, S. (1991b): Thaphonomic concepts for a theoretical biochronology. *Rev. Esp. Paleont.*, **6**(1): 37-49.
- FERNÁNDEZ MARRÓN, M. T. (1970): Aportación al estudio paleobotánico y paleoecológico de la flora terciaria de Olocau (Valencia). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.)*, **68**:131-144.
- FERNÁNDEZ MARRÓN, M. T. (1971): Estudio paleoecológico y revisión sistemática de la flora fósil del Oligoceno español. *Publicaciones de la Facultad de Ciencias. Universidad Complutense. Madrid*. 177 págs., láms. I-VII.
- FERNÁNDEZ MARRÓN, M. T. (1972): Nota sobre la paleoecología del yacimiento de Libros (Teruel) en relación con los Artrópodos y las plantas fósiles del biotopo. *Acta Geol. Hisp.*, **7**(5):149-153.
- FERNÁNDEZ MARRÓN, M. T. (1973a): Nuevas aportaciones a la sistemática y paleoecología de la flora oligocena de Sarreal (Tarragona). *Est. geol.*, **29**:157-169.
- FERNÁNDEZ MARRÓN, M. T. (1973b): Reconstrucción del paleoclima del yacimiento oligocénico de Sarreal (Tarragona), a través del estudio morfológico de los restos foliares. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.)*, **71**:237-242.
- FERNÁNDEZ MARRÓN, M. T. (1978): Los hongos epífilos del Terciario español: especies determinadas en yacimientos del valle del Alto Segre (Lérida). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.)*, **76**:49-55.
- FERNÁNDEZ MARRÓN, M. T. (1979): Essai de résolution de problemes stratigraphiques de la limite Paleogène-Neogène par les études de macroflore. *Ann. Géol. Pays Hellén*, tom. hors sér. fasc. I: 403-412.
- FERNÁNDEZ MARRÓN, M. T. & ÁLVAREZ RAMIS, C. (1967): Contribución al estudio de las Gimnospermas fósiles del Oligoceno de Ribesalbes (Castellón). *Est. geol.*, **23**:155-161.
- FERNÁNDEZ MARRÓN, M. T.; OLIVÉ, A.; DEL OLMO, P. & PORTERO, J. M. (1979): La flora terciaria del yacimiento de Izarra (Álava) y sus implicaciones cronoestratigráficas. *Bol. Geol. Min.*, **90**(1):6-12.
- FERRER, J.; FERNÁNDEZ MARRÓN, M. T. & LIÑÁN, E. (1993): Nota sobre las plantas fósiles del Mioceno de Epila (Zaragoza). *Geogaceta*, **14**:94-97.
- FLORIN, R. (1963): The distribution of Conifer and Taxad genera in time and space. *Acta Hort. Berg.*, **20**(4):121-312.
- FOLCH I GUILLÉN, R. (1986): *La vegetación dels Països Catalans*, 2ª Edición. Institució Catalana d'Historia Natural, filial de l'Institut d'Estudis Catalans, Mem. nº 10. Kotres Editora, Barcelona, 541 págs.
- FOLLIERI, M. (1964): Persistance de végétaux tertiaires dans les dépôts quaternaires au Nord de Rome. *Report of the VIth International Congress on Quaternary, Warsaw 1961*, vol. II: *Paleobotanical Section*, págs. 383-387.
- FOLLIERI, M.; MAGRI, D. & SADORI, L. (1986): Late Pleistocene *Zelkova* extinction in Central Italy. *New. Phytol.*, **103**:269-273.
- FONT QUER, P. (1982): *Diccionario de Botánica*. Octava reimpression. Ed. Labor, S. A. Barcelona, 1244 págs.

- FONTAINE, W. M. (1889): The Potomac or younger mesozoic flora. *Monographs U. S. Geol. Survey.*, vol. **15**, 377 págs., pl. I-CLXXX.
- FRIIS, E. M. (1977): Leaf whorls of Cupressaceae from the Miocene Fæstherholt flora, Denmark. *Bull. geol. Soc. Denmark*, **26**:103-113.
- FRIIS, E. M. & CRANE, P. R. (1989): Reproductive structures of Cretaceous Hamamelidae. In: *Evolution, systematics and fossil history of the Hamamelidae*. The Systematic Association Special Volume nº **40A**, págs. 155-174. CRANE, P. R. & BLACKMORE, S. (eds.). Clarendon Press, Oxford.
- FRIIS, E. M.; CRANE, P. R. & PEDERSEN, K. R. (1981): Reproductive structures of Cretaceous Platanaceae. *Biol. Skrft.*, **31**:5-29, pl. 1-2.
- GARCÍA, A.; HERNANDO, S. & VILAS, L. (1975): Nuevos datos sobre el Terciario de Buñol (Valencia). *Est. geol.*, **31**:571-575.
- GARCÍA ANTÓN, M.; MORLA JUARISTI, C. & SÁINZ OLLERO, H. (1990): Consideraciones sobre la presencia de algunos vegetales relictos terciarios durante el Cuaternario en la Península Ibérica. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Sec. Biol.)*, **86**(1-4):95-105.
- GASTALDO, R. A.; DOUGLAS, D. P. & Mc CARROL, S. M. (1987): Origin, characteristics, and provenance of plant macrodetritus in a Holocene Crevasse Spaly, Mobile Delta, Alabama. *Palaos*, **2**:229-240.
- GAUDIN, CH. TH. & STROZZI, C. (1858): Mémoire sur quelques gisements de feuilles fossiles de Toscane. *Neue Denkschr. allg. Schweiz. Ges. ges Naturw.*, **16**:1-47, taf. I-XIII.
- GAUDIN, CH. TH. & STROZZI, C. (1859): Contribution à la flore fossile italienne. II. Val d'Arno. *Neue Denkschr. allgem. Ges. ges. Naturwiss.*, **17**:1-59, taf. I-X.
- GAUSSEN, H. (1959): Un nouveau genre de Conifères: Cathaya. *Rev. For. Fr.*, **10**:548-550.
- GAUSSEN, H. (1960): *Les Gymnospermes actuelles et fossiles. Fasc. VI. Genre Pinus*. Faculté des Sciences de Toulouse, págs. 1-272.
- GAUSSEN, H. (1964): *Les Gymnospermes actuelles et fossiles. Fasc. VII. Genres Pinus (suite), Cedrus et Abies*. Faculté des Sciences de Toulouse, págs. 273-480.
- GAUSSEN, H. (1966): *Les Gymnospermes actuelles et fossiles. Fasc. VIII. Genres Pseudolarix, Keteleeria, Larix, Pseudotsuga, Pityites, Picea, Cathaya et Tsuga*. Faculté des Sciences de Toulouse, págs. 481-672.
- GAUSSEN, H. (1978): Les deux types de Hêtres. *Rev. For. Fr.*, **30**(1):42.
- GIVULESCU, R. (1971): Le genre Buxus L. dans le Tertiaire de la Roumanie et breves considerations sur la repartition de ce genre à l'état fossile en Europe. *Bull. Mens. Soc. Linn. Lyon*, **40**:251-256.
- GIVULESCU, R. (1973): Sur quelques Lauracées du Pliocène de Roumanie. *Bot. Jahrb. Syst.*, **93**(1):168-174.
- GIVULESCU, R. (1975): Fossile Pflanzen aus dem Pannon von Delureni (Rumänien). *Palaeontographica Abt. B*, **153**(4-6):150-182.
- GIVULESCU, R. (1990): *Flora fosilă a Miocenului Superior de la Chiuzbaia (Județul Maramureș)*. Editura Academiei Române, București. 233 págs, 43 pl.
- GIVULESCU, R. & BACIU, C. (1994): Cuticles from the middle Miocene (Badenian) lignites of Balta Sărată, Caransebeș, Romania. *Tertiary Res.*, **15**(1):17-23.
- GIVULESCU, R. & OLOS, E. (1973): Paläobotanische studien im Tertiär Siebenbürgens. *Mem. Geol. Inst. Bukarest*, **19**:1-60, taf. I-XXI.
- GOEPPERT, H. (1855): *Die tertiäre Flora von Schosnitz in Schlesien*. Görlitz. 52 págs. taf. I-XXVI.

- GOEURY, CL. & BEAULIEU, J. L. de (1979): À propos de la concentration du pollen à l'aide de la liqueur de Thoulet dans les sédiments minéraux. *Pollen et Spores*, **21**(12):241-251.
- GOLPE-POSSE, J. M. (1979): Sobre la bioestratigrafía de las cuencas de Cerdanya, s. a., y de la Seu d'Urgell (Depresiones pirenaicas). *But. Inf. Inst. Paleont. Sabadell.*, año **11**(1-2):25-28.
- GOLPE-POSSE, J. M. (1981): Los mamíferos de las cuencas de Cerdanya y Seu d'Urgell (depresiones pirenaicas) y sus yacimientos; Vallesiense Medio-Superior. *Bol. Geol. Min.*, **92**(2):25-28.
- GÓMEZ-ALBA, J. (1988): *Guía de campo de los fósiles de España y de Europa*. Ed. Omega S. A. 925 págs., 367 láms. blanco y negro, 20 láms. color.
- GÓMEZ-ALBA, J. (1992a): *Catálogo razonado de los yacimientos con vertebrados fósiles de España del Museo de Geología de Barcelona (Historia de la Institución)*. Tesis doctoral (inédita), págs. I-XII + 1-595.
- GÓMEZ-ALBA, J. (1992b): *Luis Mariano Vidal (1842-1922). Selección de Obras. Biografía*. Museu de Geologia, Ajuntament de Barcelona (ed.), 178 págs.
- GONZÁLEZ ENRÍQUEZ, M. N. ; RODRÍGO PÉREZ, J. D. & SUÁREZ RODRÍGUEZ, C. (1986): *Flora y vegetación del Archipiélago Canario*. Gran biblioteca Canaria. Tom. **XIV**. Editorial Regional Canaria s. l., 355 págs.
- GOURINARD, Y. (1977): Sur la stratigraphie des dépôts néogènes de Cerdagne (Pyrénées-orientales franco-espagnoles). *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, **113**(2):284-288.
- GRANGEON, P. (1951): Étude d'un nouveau gisement de plantes fossiles tertiaires et de quelques nouvelles espèces découvertes à Ceyssac. *Bull. Soc. Geol. Fr.*, 6ème ser., **I**:75-86, pl.-text. I-III.
- GRANGEON, P. (1952): Étude du gisement de plantes tertiaires de l'Aubepin (Hte. Loire). *Rev. Scien. Nat. Aubergne.*, **18**(1-2-3-4):30-58, 5 figs., pl. 1-5.
- GRANGEON, P. (1953): La flore pontienne de Gourgouras (Ardèche). *Bull. Soc. Geol. Fr.*, 6ème ser., **III**:303-320.
- GRANGEON, P. (1957): La flore miocène des environs de Privas (Ardèche). *Ann. Soc. Geol. Nord.*, **77**:184-192, figs. 1-2.
- GRANGEON, P. (1958): Contribution à l'étude de la paléontologie végétale du massif du Coiron (Ardèche) (Sud-Est du Massif Central français). *Mémoires de la Société d'Histoire Naturelle d'Aubergne*, **6**:1-302, text-fig. 1-43, pl. I-VII.
- GREEN, D. G. & DOLMAN, G. S. (1988): Fine resolution pollen analysis. *J. Biogeogr.*, **15**:685-701.
- GREENWOOD, D. R. (1991): The Taphonomy of plant macrofossils. In: "*The processes of fossilization*", págs. 141-169, DONOVAN, S. K. (ed.). Belhaven Press, London.
- GREGOR, H. (1990): The mesoclimatic background of the Neogene Mediterranean area reconstructed by macroflora remains. *IX R.C.M.N.S. Congress, Barcelona.*, págs. 165-167.
- GUILLET, B. & PLANCHAIS, N. (1969): Note sur une technique d'extraction des pollens des sols par une solution dense. *Pollen et Spores*, **11**(1):141-145.
- HABLY, L. (1985): Early Miocene plant fossils from Ipolytarnóc, N. Hungary. *Geol. Hung. ser. Palaeont.*, fasc. **45**: 75-255, pl. I-XXXIX.
- HABLY, L. (1992): Distribution of legumes in the Tertiary of Hungary. In: "*Advances in Legume Systematics: Part 4. The Fossil Record*", págs. 169-187, HERENDEEN, P. S. & DILCHER, D. L. (eds.). The Royal Botanic Gardens, Kew.
- HABLY, L. (1993): Evolution of the flora and vegetation during the Tertiary in the Paratethyan realm. In: "*Carpathian Basin: Evolutionary stages*"; págs. 65-70. LUCKÁCS, B.; BÉRCZI, Sz. & TÖRÖK, K. (eds.). Hungarian Academy of Sciences, Central Research Institute for Physics, Budapest.
- HALL, J. W. (1952): The comparative anatomy and phylogeny of the Betulaceae. *Bot. Gaz.*, **113**(3):235-270.

- HALL, S. A. (1981): Deteriorated pollen grains and the interpretation of quaternary pollen diagrams. *Rev. Palaeobot. Palyn.*, **32**:193-206.
- HAMSHAW, T. H. (1912): On some recent methods in Palaeobotany. *New. Phyt.*, **11**(4):109-114.
- HANON, M.; KOENIGUER, J. C.; MOUTON, J. A. & ROBASYNSKY, F. (1990): Découverte des capitules composées à la transition Maastrichtien-Paléocène dans le bassin des Iullemeden (Niger). *Ann. Paleont.*, **76**(1):1-12.
- HANTKE, R. (1954): Die fossile Flora der obermiozän Oehningen-Fundstelle Schrotozburg (Schienenberg, Süd-Baden). *Denk. Schweiz. Natur Gesel. Zürich*, **80**(2):1-118, pl. I-XV.
- HANTKE, R. (1965): Die fossilen Eiden und Ahorne aus den Molasse der Schweiz und von Oehningen (Süd-Baden). Eine Revision der von Oswald Heer diesem Gattungen. Zugeordneten reste. *Neuj. natur. Gesel., Zürich*, **167**:1-140, 17 pl.
- HARLEY, M. M. (1986): Distinguishing pollen characters for the Sapotaceae. *Can. J. Bot.*, **64**:3091-3100.
- HARRIS, T. M. (1974): *Williamsoniella lignieri*: its pollen and the compression of spherical pollen grains. *Palaeontology*, **17**(1):125-148, pl. 15.
- HAVINGA, A. J. (1964): Investigation into the differential corrosion susceptibility of pollen and spores. *Pollen et Spores*, **6**(2):621-635.
- HAVINGA, A. J. (1967): Palynology and pollen preservation. *Rev. Paleobot. Palyn.*, **2**:81-98.
- HAVINGA, A. J. (1984): A 20-year experimental investigation into the differential corrosion susceptibility of pollen and spores in various soil types. *Pollen et Spores*, **26**(34):541-557.
- HAZEL, J. E. (1970): Binary coefficients and clustering in Biostratigraphy. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, **81**:3237-3252.
- HEER, O. (1855-1859): *Flora tertiaria helveticae. Die Tertiäre flora der Schweiz*. Vol. I (1855): *Cryptogamen, Gymnospermen und Monocotyledonen*. 117 págs.; Vol. II (1866): *Die apetalen Dicotyledonen*. 110 págs.; Vol. III (1859): *Die gamopetalen und polypetalen Dicotyledonen. Anhang. Allgemeiner Theil*. 200 págs.; Vol. IV (1859): *Allgemeiner Theil*. 377 págs. Atlas - Taf. I-CLVI. Wurster & Comp. Winterthur.
- HEER, O. (1861): *Recherches sur le climat et la végétation du pays tertiaire*. Wurster, J. & Comp. Ed. Winterthur. Págs. 1-220 + suppl. I-XXII, taf. I-II.
- HEER, O. (1868): *Flora fossilis arctica. Die fossile flora des Polarlander*. Druck und Verlag von Friedrich Schulthess. Zürich. 192 págs., taf. I-L.
- HEER, O. (1869): Flora fossilis alaskana. Fossile flora von Alaska. *Klong. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handligar.*, **8**(4):1-41, taf. I-X.
- HEER, O. (1870): Die miocene flora und fauna Spitzbergens. *Klong. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handligar.*, **8**(7):1-98, taf. I-XVI.
- HEER, O. (1876): Beiträge zur fossilen flora Spitzbergens, gegründet auf die sammlungen der schwedischen expedition von Jahre 1872 auf 1873. *Klong. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handligar.*, **15**(4):1-11, taf. I-IV.
- HEER, O. (1878): Primitiae Florae Fossilis Sachalinensis. Miocene Flora der insel Sachalin. *Memoires de l'Académie Impériale des Sciences de St.-Petersbourg*, VIIème. ser., t. **25**(7):1-61, taf. I-XV.
- HEER, O. (1881): *Contributions à la flore fossile du Portugal*. Sections des travaux géologiques du Portugal. Imprimerie de l'Académie Royale de Sciences. Lisboa. págs. I-XIV + 1-51, pl. I-XXVIII.
- HERENDEEN, P. S. & DILCHER, D. L. (1991): *Caesalpinia* subgenus *Mezoneuron* (Leguminosae, Caesalpinioideae) from the Tertiary of North America. *Amer. J. Bot.*, **78**(1):1-12.
- HEYDACKER, F. (1963): Les types polliniques dans la famille des cistaceae. *Pollen et Spores*, **5**(1):41-49.

- HEYWOOD, V. H. (1985): *Las plantas con flores*. Ed. Reverté, S. A. Barcelona. 322 p.
- HICKEY, L. J. (1973): Classification of the architecture of dicotyledonous leaves. *Amer. J. Bot.*, **60**(1):17-33.
- HICKEY, L. J. & WOLFE, J. A. (1975): The bases of angiosperm phylogeny: vegetative morphology. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, **62**:538-589.
- HOCHULI, P. A. (1984): Correlation of Middle and Late Tertiary sporomorph assemblages. *Paléobiol. Cont.*, **14**(2):301-314.
- HOROWITZ, A. (1992): *Palynology of arid lands*. Elsevier, Amsterdam, 546 págs.
- HORVAT-MALROT, S. (1992): A historical analysis of beechwoods. *IA: Sistemas y Recursos Forestales*, n° fuera de serie 1(B):3-16.
- HUGHES, N. F. (1983): *Paleobiology of angiosperm origin. Problems of Mesozoic seed-plant evolution*. Cambridge University Press, Cambridge, 242 págs.
- HUMMEL, A. (1991): The Pliocene leaf flora from Ruszów near Zary in Lower Silesia, Southwest Poland. Part II (Betulaceae). *Acta Palaeobot.*, **31**(1,2):73-151.
- HUTCHINSON, LL. D. (1967): *The genera of flowering plants (Angiospermae). Dicotyledons*, Vol. I-II. I:1-516, II:1-659. Oxford Clarendon Press. London.
- IBÁÑEZ, R. (1987): El jaciment fossilífer de "Coll de Saig" (Cerdanya). *Mineralogistes de Catalunya.*, any VIII, 3(7):196-201.
- ILDEFONSE, J. P.; SUC, J. P. & VERNET, J. L. (1976): Une flore nouvelle, pollens et macrorestes, d'âge plio-pléistocène dans le Sud des Grands Causses (Massif de l'Escandorgue, Lunas, Hérault). *C. R. Acad. Sci. Paris*, **282**, ser. D:699-702.
- JACKSON, S. T. (1990): Pollen source area and representation in small lakes of Northeastern United States. *Rev. Palaeobot. Palyn.*, **63**:53-76.
- JARVIS, D. I.; LEOPOLD, E. B.; YIZHEN, X. & KOON, D. (1992): A photographic essay of pollen type of the mountains regions of southwest China. *Bot. Res.*, **6**:303-326, pl. I-XXXIV.
- JELSGERMA, S. (1957): Investigaciones palinológicas de lignitos terciarios procedentes de Cerdanya y del Valle de Arán (Pirineos españoles). *Cursillos Conf. Inst. Lucas Mallada.*, **4**:159-162.
- JENTYS-SZAFEROWA, J. (1958): The genus *Carpinus* in Europe in the paleobotanical literature. *Monograph. Bot.*, **7**:1-59, tab. I-II.
- JONES, J. H. (1986): Evolution of the Fagaceae. The implications of foliar features. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, **73**(2):228-275.
- JONES, J. H. & DILCHER, D. L. (1980): Investigations of the angiosperms from the Eocene of North America: *Rhamnus margaritatus* (Rhamnaceae) reexamined. *Amer. J. Bot.*, **67**(6):959-967.
- JONES, J. H. & DILCHER, D. L. (1988): A study of the "Dryophyllum" leaf forms from the Paleogene of Southeastern North America. *Palaeont. Abt. B*, **208**(4-6):53-80.
- JONES, J. H.; MANCHESTER, S. R. & DILCHER, D. L. (1988): *Dryophyllum* Debey ex Saporta, juglandaceous not fagaceous. *Rev. Palaeobot. Palyn.*, **56**:205-211.
- JONKER, F. P. (1951): A plea for the standarization of pollen diagrams. *Taxon*, **1**(1):89-91.
- JULIÀ, R. (1984): Síntesis geológica de la Cerdanya (Girona). In: "*El Borde mediterráneo español: evolución del orógeno bético y Geodinámica de las depresiones neógenas*", págs. 95-98. CSIC, Granada.
- KEDVES, M. (1962): *Nagyipollis*, a new pollen gen. from the Hungarian Lower Eocene. *Acta Biologica, Szeged*, **8**(1-4):83-

- KEDVES, M. & BOHONY, E. (1966): Observations sur quelques pollens de palmiers provenant des couches tertiaires de Hongrie. *Pollen et Spores*, **8**(1):141-147.
- KERP, H. (1991): The study of fossil gymnosperms by means of cuticular analysis. *Palaios*, **5**:548-569.
- KIDSTON, R. & GWYNNE-VAUGHAN, D. T. (1910): On the fossil Osmundaceae. Part. IV. *Trans. Roy. Soc. Edin.*, vol. **47**, part. 3 (n° 17), págs. 455-477, pl. I-IV.
- KIRCHHEIMER, F. (1942): Zur Kenntnis der Alttertiärflora von Wiesa (Sachsen). *Planta*, **32**:418-446, 18 abb.
- KLAUS, W. von (1982): Ein *Pinus canariensis* Smith-Zapfenfund aus dem Ober-Miozän (Pannon) des Wiener Beckens. *Ann. Naturhist. Mus. Wien*, **84/A**:79-84.
- KLAUS, W. von (1989): Mediterranean pines and their history. *Pl. Syst. Evol.*, **162**:133-163.
- KNOBLOCH, E. (1964): Haben *Cinnamomum scheuchzeri* Heer und *Cinnamomum polymorphum* (Al. Braun) Heer nomenklatorisch richtige Namen? *N. Jb. Geol. Palaeont. Mh.*, **10**:597-603.
- KNOBLOCH, E. (1969): *Tertiäre Floren von Mähren*, Brno. 201 págs., LXXVIII tafs.
- KNOBLOCH, E. (1988): Neue Ergebnisse zur Flora aus der Oberen Süßwassermolasse von Aubenham bei Ampfing (Krs. Mühldorf am Inn). *Doc. Nat.*, **42**:2-27, taf. 1-14.
- KNOBLOCH, E. (1990a): Dicotyledonous leaves from the Pliocene of Willershausen, West Germany. *Proceedings of the symposium "Paleofloristic and paleoclimatic changes in the cretaceous and tertiary"*, 1989, Prague, p. 265-268.
- KNOBLOCH, E. (1990b): The flora of Staré Sedlo Formation in west Bohemia, Upper Eocene. *Proceedings of the Symposium "Paleofloristic and Paleoclimatic changes in the Cretaceous and Tertiary"*, 1989, Prague., págs. 159-165.
- KNOBLOCH, E. (1992): Comparisons between the Cretaceous and Tertiary floras of Central and Southwest Europe: A commentary. *Rev. Esp. Paleont.*, **7**(2):161-165.
- KNOBLOCH, E. & KVAČEK, Z. (1981): Miozäne pflanzenreste aus den umgebung von Tamsweg (Niedere Tauern). *Acta Universitatis Carolinae-Geologica*, **2**:95-120.
- KNOBLOCH, E. & MAI, D. H. (1984): Neue Gattungen nach Früchten und Samen aus dem Cenoman bis Maastricht (Kreide) von Mitteleuropa. *Fed. Rep.*, **95**:3-41.
- KNOBLOCH, E. & VELITZELOS, E. (1986): Die obermiozäne flora von Likudi bei Ellassona/Thessalien Griechenland. *Doc. Nat.*, **29**:5-20, 3 tab., taf. 1-9.
- KNOBLOCH, E. & VELITZELOS, E. (1987): New leaf floras in the Neogene of Greece. *Vest. Ústřed. ústav Geol.*, **62**(3):157-164, pl. I-II.
- KNOBLOCH, E.; KVAČEK, Z.; BŮŽEK, Č.; MAI, D. H. & BATTEN, D. J. (1993): Evolutionary significance of floristic changes in the Northern Hemisphere during the Late Cretaceous and Palaeogene, with particular reference to Central Europe. *Rev. Palaeobot. Palyn.*, **78**:41-54.
- KNOLL, A. H. & ROTHWELL, G. W. (1981): Paleobotany: perspectives in 1980. *Paleobiology*, **7**(1):7-35.
- KOENIGUER, J. C. (1968): Sur la présence d'une Euphorbiaceae fossile dans le Senosiense Supérieur du Sud Tunisien: Euphorbioxylon bussonii n. sp. *The Palaeobotanist*, **16**(2):170-176.
- KOHLMAN-ADAMSKA, A. (1993): Pollen analysis of the Neogene deposits from the Wyrzysk Region, North-Western Poland. *Acta Paleobot.*, **31**(3):91-297.
- KORDOS-SZAKÁLI, M. & KORDOS, L. (1985): Morphotypes of hungarian fossil *Celtis* (Urticales) stones. *Annales*

- KOTLABA, F. (1963): Tertiary plants from three new localities in Southern Slovakia. *Acta Musei Nationalis Pragae*, **19** B(2):53-73.
- KOVACH, W. L. (1989): Comparisons of multivariate analytical techniques for use in pre-quaternary plant Palaeoecology. *Rev. Palaeobot. Palyn.*, **60**:255-282.
- KOVÁTS, J. (1856): Fossile Flora von Erdöbénye. *Arb. Geol. Ges. Ung.*, 1:1-37.
- KRASILOV, V. A. (1975): *Paleoecology of terrestrial plants. Basic principles and techniques*. Wiley, J. & Sons. New York, 283 págs.
- KRUTZSCH, von W. (1962): Stratigraphisch bzw. botanisch wichtige neue Sporen-und Pollenformen aus dem deutschen Tertiär. *Geologie Zeitschrift für das Gesamtgebiet der Geologie und Mineralogie sowie der Angewandten Geophysik*, 11(3):265-307.
- KRYSHTOFOVICH, A. N. (1929): Evolution of the tertiary flora in Asia. *New Phytol.*, **28**(4):303-312.
- KRYSHTOFOVICH, A. N. (1935): A final link between the tertiary floras of Asia and Europe. *New Phytol.*, **34**:339-344.
- KVAČEK, Z. & KNOBLOCH, E. (1967): Zur Nomenklatur der Gattung Daphnogene Ung. und die neue Art Daphnogene pannonica sp. n. *Věst. Ústřed. ústav. Geol.*, **42**:201-209, taf. I-II.
- KVAČEK, Z.; MIHAJLOVIĆ, D. & VRABAC, S. (1993): Early Miocene flora of Miljevina (Eastern Bosnia). *Acta Palaeobot.*, **33**(1):53-89.
- KVAČEK, Z. & WALTHER, H. (1974): Bemerkenswerte und seltene cinnamomoide Blätter aus dem Grenzbereich des Oligo-Miozäns Mitteleuropas. *Abh. Staatl. Mus. Mineral. Geol.*, **21**:197-221.
- KVAČEK, Z. & WALTHER, H. (1989): Paleobotanical studies in Fagaceae of the European Tertiary. *Pl. Syst. Evol.*, **162**:213-229.
- KVAČEK, Z. & WALTHER, H. (1991): Revision der mitteleuropäischen tertiären Fagaceen nach blattepidermalen Charakteristiken. IV. Teil Fagus Linné. *Fed. Rep.*, **102**(7-8):471-534.
- KVAČEK, Z.; BŮŽEK, C. & HOLÝ, F. (1981): Review of *Buxus* fossils and a new large-leaved species from the Miocene of Central Europe. *Rev. Palaeobot. Palyn.*, **37**:361-394.
- LACOSTE, A. & SALANON, R. (1987): *Biogeografía*. Ed. Oikos-tau S. A., Barcelona, 271 págs.
- ŁANCUCKA-SRODONIOWA, M.; WALTHER, H. & ZASTAWNIAK, E. (1981): A preliminary report on a new study of the neogene flora from Sośnica near Wrocław in Lower Silesia, West Poland. *Acta Palaeobot.*, **21**(2):101-114.
- LAURENT, L. (1904-1905): Flore pliocène des cinérites du Pas-de-la-Mougudo et de Saint-Vicent-la Sabie (Cantal). *Ann. Mus. Hist. Nat. Marseille, Geol.*, **9**:1-299, pl. I-XX.
- LAURENT, L. (1908): Flore plaisancienne des argiles cinéritiques de Niac (Cantal). *Ann. Mus. Hist. Nat. Marseille, Geol.*, **12**:1-88, pl. I-XII.
- LAURENT, L. (1909): Note à propos des deux gisements de plantes fossiles des formations lacustres tertiaires du Tonkin. *C. R. 38ème session de l'Association Française pour l'avancement des Sciences*, págs. 607-615.
- LAURENT, L. (1919): les Liquidambers. *Ann. Mus. Hist. Nat. Marseille.*, **16**:9-27.
- LAURENT, L. & MARTY, P. (1909): Note sur le Castanea arvernensis Sap. de Menat. *Comptes Rendus de la 38ème session de l'Association Française por l'avancement des Sciences*, págs. 607-615.
- LAURENT, L. & MARTY, P. (1923): Flore foliaire pliocène des argiles de Reuver et des gisements synchroniques voisins (Limbourg Hollandais). *Med. Rijks Geol. Dienst, ser. B*, n° 1:1-80, pl. I-XIV.

- LAURENT, L. & MARTY, P. (1939): Flore fossile du Puy-de-Mur (Puy-de-Dôme) et liste des espèces végétales fossiles des Schistes de Menat. *Ann. Fac. Sc. Marseille*, II^e Ser., 12(2):99-132, Pl. I-II.
- LESQUEREUX, L. (1874): Contributions to the fossil flora of Western Territoires. Part. I. The Cretaceous flora. *U. S. Geol. Survey Territoires*, 6:1-136, pl. I-XXX.
- LESQUEREUX, L. (1878): Contributions to the fossil flora of Western Territoires. Part. II. The Tertiary flora. *Report Territoires*, 7:1-336, pl. I-LXV.
- LEYMERIE, M. A. (1869): Récit d'une exploration géologique de la vallée de la Sègre. *Bull. Soc. Geol. Fr.*, 26(5):604-666.
- LIEUX, M. H. (1980): An atlas of pollen of trees, shrubs, and woody vines of Louisiana and other southeastern states, part II. Platanaceae to Betulaceae. *Pollen et Spores.*, 22(2):191-243.
- LIEUX, M. H. & GODFREY, W. H. (1982): An atlas of pollen of trees, shrubs, and woody vines of Louisiana and other southeastern states, part III. Polygonaceae to Ericaceae. *Pollen et Spores.*, 24(1):21-64.
- LÓPEZ MARTÍNEZ, N. & FERNÁNDEZ LÓPEZ, S. (1992): Geological Biochronology and temporal correlations. *GEOPREP Summer Courses*, 3:1-69.
- LÓPEZ MARTÍNEZ, N. & TRUYOLS SANTONJA, J. (1994): *Paleontología. Conceptos y métodos*. Colección Ciencias de la Vida. Editorial Síntesis, S. A., Madrid, 334 págs.
- LYELL, C. H. (1834): On a freshwater formation containing lignite in Cerdagne in the Pyrenées. *Geol. Society*, X(II):21-22.
- MÄDLER, K. (1939): Die pliozäne flora von Frankfurt am Main. *Abh. Senckenberg. Natur. Gesells.*, 446:1-202, 13 taf.
- MÄDLER, K. & STEFFENS, P. (1979): Neue blattfloren aus dem Oligozän, Neogen und Pleistozän der Türkei (Känozoikum und braunkohlen der Türkei). *Geol. Jb.*, B 33:3-33, 1 abb., 1 tab., 6 taf.
- MAGURRAN, A. E. (1991): *Ecological diversity and its measurement*, Chapman and Hall, London, 179 págs.
- MAI, D. H. v. (1961): Über eine fossile Tiliaceen Blüte und tilioiden Pollen aus dem deutschen Tertiär. *Geologie. Beiheft*, 32:52-93.
- MAI, D. H. v. (1989): Development and regional differentiation of the european vegetation during the Tertiary. *Pl. Syst. Evol.*, 162:79-91.
- MAI, D. H. v. (1991): Palaeofloristic changes in Europe and the confirmation of the Arctotertiary-Palaeotropical geofloral concept. *Rev. Palaeobot. Palyn.*, 68:29-36.
- MANCHESTER, S. R. (1983): Eocene fruits, wood and leaves of the Fagaceae from the Clarno Formation of Oregon. *Amer. J. Bot.*, 70(5), part. 2, Palaeobotanical section, págs. 74.
- MANCHESTER, S. R. (1987): The fossil history of the Juglandaceae. *Monographs Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.*, 21:1-137.
- MANCHESTER, S. R. (1989): Attached reproductive and vegetative remains of the extinct American-European genus *Cedrelospermum* (Ulmaceae) from the early Tertiary of Utah and Colorado. *Amer. J. Bot.*, 76(2):256-276.
- MANCHESTER, S. R. & CRANE, P.R. (1987): A new genus of Betulaceae from the Oligocene of Western North America. *Bot. Gaz.*, 148(2):263-276.
- MANCHESTER, S. R. & DILCHER, D. L. (1982): Pterocaryoid fruits (Juglandaceae) in the Paleogene of North America and their evolutionary and biogeographic significance. *Amer. J. Bot.*, 69(2):275-286.
- MANCHESTER, S. R.; DILCHER, D. L. & TIDWELL, W. D. (1986): Interconnected reproductive and vegetative remains of *Populus* (Salicaceae) from Middle Eocene Green River Formation, Northeastern Utah. *Amer. J. Bot.*, 73(1):156-160.
- MANTON, A. A. (1967): Palynology and Environmental Geology. *Palaeogeogr. Palaeoclimat. Palaeoecol.*, 3:7-15.

- MARGALEF, R. (1956): La diversidad de especies en las poblaciones mixtas naturales y en el estudio del dinamismo de las mismas. "Dr. D. Francisco Pardo Vaquer. Homenaje póstumo", págs.:229-243. Imp. Elzeviriana y Lib. Camí, S. A., Barcelona.
- MARGALEF, R. (1957): Paleoeología del lago de la Cerdaña. *P. Inst. Biol. Apl.*, **25**:131-137.
- MARGALEF, R. (1986): *Ecología*. 5ª reimpresión. Ediciones Omega, S. A., Barcelona, 951 págs.
- MARION, A. F. (1988): *Doliosobus stembergii*, nouveau genre de conifères fossiles tertiaires. *Ann. Sci. Géol.*, **20**(3):1-17, lám. I.
- MARTIN, M. A. (1977): The history of *Ilex* (Aquifoliaceae) with special reference to Australia: Evidence from pollen. *Aust. J. Bot.*, **25**:655-673.
- MARTÍN ATIENZA, F. & MORLA JUARISTI, C. (1992): Aproximación a la paleocorología holocena de *Fagus* en la Península Ibérica a través de datos paleopolínicos. *IA: Sistemas y Recursos Forestales*, nº fuera de serie **1**(C):3-12.
- MARTÍN-CLOSAS, C. (1995): Plant taphonomy of la Cerdanya Basin (Vallesian, Pyrenees). *Geobios*, **M.S. 18**:287-298.
- MARTY, P. (1903): *Flore miocène de Joursac (Cantal)*. Librairie, J. -B. Baillière & Fils. Paris. 92 págs., pl. I-XIII.
- MARTY, P. (1905): *Végétaux fossiles des cinérites pliocènes de las Clausades (Cantal)*. Imprimerie E. Bancharel. Aurillac. 35 págs., pl. I-VIII.
- MARTY, P. (1931): Sur l'âge des plus anciens basaltes de l'Aubrac (Note de Paléontologie végétale). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, **5**(I-1):177-188, pl. VII-IX.
- MARTY, P. & GLANGEAUD, L. (1936): La formation d'âge Miocène supérieur de la Bourboule. *Mém. Soc. Géol. Fr., N. S.*, **28**:1-50, pl. A-F, tables I-III.
- MASSALONGO, A. & SCARABELLI, G. (1859): *Studi sulla flora fossile e geologia stratigrafica del Senigaliese*, Imola, 506 págs., tav. I-L.
- MELÉNDEZ MELÉNDEZ, B. (1945): Contribución al estudio de la flora fósil del Moceno de Libros (Teruel). *Ann. Jard. Bot. Madrid*, **6**(1): 105-107.
- MELIN, E. (1930): Biological decomposition of some types of litter from North American forests. *Ecology*, **11**:72-101.
- MELVILLE, R. (1976): The terminology of leaf architecture. *Taxon*, **25**(5/6):549-561.
- MELVILLE, R. (1982): The biogeography of *Nothofagus* and *Trigonobalaus* and the origin of the Fagaceae. *Bot. J. Linn. Soc. London.*, **85**:75-88.
- MELVILLE, R. & HEYBROEK, H. M. (1971): The elms of the Himalaya. *Kew Bull.*, **26**(1):5-28.
- MELLER, B. (1989): Eine blatt-flora aus den obermiozänen Dinotherien-Sanden (Vallesium) von Sprendlingen (Rheinhausen). *Doc. Nat.*, **54**:1-104, 8 abb., 2 tab., taf. 1-26.
- MENÉNDEZ AMOR, J. (1948): Notas preliminares al estudio sobre la flora terciaria de la Cerdaña española. *Las Ciencias*, año 13, nº **4**:782-787.
- MENÉNDEZ AMOR, J. (1950): Flora fanerogámica del Terciario y su extensión en la Península. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.)*, **48**(2):155-166.
- MENÉNDEZ AMOR, J. (1955): La depresión ceretana española y sus vegetales fósiles. Característica fitopaleontológica del Neógeno de la Cerdaña española. *Mem. R. Acad. Cien. exactas, fis. Nat. Madrid.*, ser. C. N., **18**:1-344, láms. I-LIII.
- MENÉNDEZ AMOR, J. (1958): Breve estudio crítico sobre la flora neógena de la Cerdaña Ilerdense. *Notas com. Inst. Geol. Min. Esp.*, **50**:133-146.

- MENKE, B. (1976): Pliozäne und ältestquartäre Sporen-und Pollenflora von Schleswig-Holstein. *Geol. Jb.*, **A32**:1-197; 4 abb.; 1 tab.; 52 taf.
- MEON-VILAIN, H. (1970): Palynologie des formations miocènes supérieures et pliocènes du bassin du Rhône (France). *Doc. Lab. Géol. Fac. Sc. Lyon*, **38**:1-167., 15 pl., 51 figs., 17 tb.
- METCALFE, C. R. & CHALK, C. (1979): *Anatomy of the dicotyledons, vol. I. Second edition*. Clarendon Press. Oxford. 276 págs., 18 pl.
- MEYEN, S. V. (1987): *Fundamentals of Palaeobotany*. Chapman & Hall. Londres and New York. 432 págs.
- MICHAUX, J.; SUC, J.-P. & VERNET, J. L. (1979): Climate inference from the history of Taxodiaceae during the Pliocene and Early Pleistocene in Western Europe. *Rev. Palaeobot. Palyn.*, **27**:185-191.
- MILLER, PH. (1754): *The gardener dictionary*. 4th. ed. Vol. I. Londres. 523 págs.
- MOHR, B. A. R. & GEE, C. T. (1990): Sporotrapoidites erdtmanii (Nagy) Nagy, a trapaceous pollen species pertaining to the Oligocene to Pliocene genus Hemitrapa Miki. *Grana*, **29**:285-293.
- MONTERO, A. & DIÉGUEZ, C. (1991): Rehousing of paleontological collections in the Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid, Spain. *Collection Forum*, **7**(1):10-12.
- MOORE, P. D.; WEBB, J. A. & COLLINSON, M. E. (1991): *Pollen Analysis*. Second edition. Oxford Blackwell Scientific Publications. London. 216 págs, pl. 1-71.
- MOUTON, J. A. (1967): Architecture de la nerviation foliaire. 92ème Congr. Nat. Sociétés Savantes. Strasbourg et Colmar., **3**: 165-176.
- MUÑOZ GARMENDIA, F. (1986): Hypolepidaceae. "Flora Ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Vol. I. Lycopodiaceae-Papaveraceae", págs. 78-80. CASTROVIEJO, S.; LAÍNIZ, M.; LÓPEZ GONZÁLEZ, G.; MONTSERRAT, P.; MUÑOZ GARMENDIA, F.; PAIVA, J. & VILLAR, L. (eds.). Real Jardín Botánico, C.S.I.C., Madrid.
- MULLER, J. (1981): Fossil pollen records of extant angiosperms. *Bot. Rev.*, **47**:1-142.
- MULLER, J. (1984): Significance of fossil pollen for angiosperm history. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, **71**:419-443.
- NAGY, E. (1984): Palynofacies in the hungarian Pannonian s. l. Roth 1879. *Paléobiol. Cont.*, **14**(2):371-376.
- NAGY, E. (1985): Sporomorphs of the Neogene in Hungary. *Geol. Hung. ser. Palaeont.*, **47**:1-234, pl. I-CXVIII.
- NAGY, E. (1990): Climatic condition in the hungarian Neogene on the base of palynological research. IX R.C.M.N.S. Congress, Barcelona, pág. 257.
- NAGY, E. (1992): A comprehensive study of Neogene sporomorphs in Hungary. *Geol. Hung.*, **53**:1-378.
- NAVARRO, C. & CASTROVIEJO, S. (1993): Ulmaceae. "Flora Ibérica, vol. III. Plumbaginaceae (Partim)-Capparaceae", págs. 244-250. CASTROVIEJO, S.; AEDO, S.; CIRUJANO, S.; LAÍNIZ, M.; MONTSERRAT, P.; MORALES, R.; MUÑOZ GARMENDIA, F.; NAVARRO, F.; PAIVA, J. & SORIANO, C. (eds.). Real Jardín Botánico, C.S.I.C., Madrid.
- NEL, A. (1990): Un nouvel odonate fossile du Miocène de Bellver de Cerdania (Espagne) (Odonata, Libellulidae). *Ent. Gall.*, **2**(3):129-130.
- NEL, A. (1991): Description de quelques Sieblosiidae fossiles nouveaux (Odonata, Zygoptera, Lestoidea). *Nouv. Revue Ent.*, **8**(4):367-375
- NEL, A. (1993): Nouveaux Raphidioptères fossiles du Cénozoïque de France et d'Espagne (Raphidioptera, Raphidiidae, Inocelliidae). *EPHE, Biol. Evol. Insectes*, **6**:99-108.

- NEL, A.; MARTÍNEZ-DELCLÒS, X.; ESCUILLE, F. & BRISAC, P. (1994): Les Aeshnidae fossiles: état actuel des connaissances. (Odonata, Anisoptera). *N. Jahr. Paleont.*, **194**:143-186
- NEL, A. & PAICHELER, J.-C. (1993): Les isoptera fossiles. État actuel des connaissances, implications paléoécologiques et paléoclimatologiques [Insecta, Dictyoptera]. *Cahiers Paléont.*, CNRS éditions, págs. 102-179.
- NEWBERRY, J. S. (1898): Later extinct floras of North America. *Monographs U. S. Geol. Survey.*, **35**:1-295, pl. I-LXVIII.
- NIETO-CALDERA, J. M^a; PÉREZ-LA TORRE, A. V. & CABEZUDO, B. (1990): Datos sobre la vegetación silicícola de Andalucía. I. *Acta Botánica Malacitana*, **15**:179-192.
- NYKVIST, N. (1959a): Leaching and decomposition of litter. I. Experiments on leaf litter of *Fraxinus excelsior*. *Oikos*, **10**:190-211.
- NYKVIST, N. (1959b): Leaching and decomposition of litter. II. Experiments on needle litter of *Pinus sylvestris*. *Oikos*, **10**:212-224.
- NYKVIST, N. (1961a): Leaching and decomposition of litter. III. Experiments on leaf litter of *Betula verrucosa*. *Oikos*, **12**:249-263.
- NYKVIST, N. (1961b): Leaching and decomposition of litter. IV. Experiments on needle litter of *Picea abies*. *Oikos*, **12**:264-279.
- NYKVIST, N. (1962): Leaching and decomposition of litter. V. Experiments on leaf litter of *Alnus glutinosa*, *Fagus sylvatica* and *Quercus robur*. *Oikos*, **13**:232-248.
- OCHEV, V. G. (1993): Types of thanatocoenoses and burial patterns of terrestrial organisms. *Paleont. J.*, **27**(1):127-136.
- OLIVER, W. R. B. (1925): Biogeographical relations of the New Zealand region. *Bot. J. Linn. Soc.*, **47**:99-139.
- OLSEN, P.; REMINGTON, Ch. L.; CORNET, B. & THOMSON, K. S. (1978): Cyclic change in Late Triassic lacustrine communities. *Science*, **201**:729-733.
- ORDÓÑEZ, S.; CALVO, J. P. & GARCIA DEL CURA, M. A. (1981): Recursos energéticos: combustibles fósiles sólidos. In: "*Geología y Medio Ambiente*". *Series Monográficas del CEOTMA. n° 11.*, págs. 151-192. PEDRAZA GILSANZ (ed.). Ministerio de Obras Públicas, Madrid.
- PAIS, J. (1979): La végétation de la basse vallée du Tage (Portugal) au Miocène. *Ann. Géol. Pays. Hellén*, Tom. hors série, fasc. II, págs. 933-942.
- PAIS, J. (1983): Vegetais de Vale de Coelheiros (Grândola-formação de Marateca). *Ciê. Terra (U.N.L.)*, **7**:129-140, 6 figs., 1 pl.
- PAIS, J. (1986): Évolution de la végétation et du climat pendant le Miocène au Portugal. *Ciê. Terra (U.N.L.)*, **8**:179-191, figs. 1-4.
- PAIS, J. (1987): Macrorrestos de Gimnospermicas dos diatomitas de Rio Maior (Portugal). In "*Da Pré-história à História. Homenagem a Octávio da Veiga Ferreira*", págs. 51-62, est. 1-4. Ed. Deleta, Lisboa.
- PAMALAREV, E. (1989): Paleobotanical evidences of the Tertiary history and origin of the Mediterranean sclerophyll dendroflora. *Pl. Syst. Evol.*, **162**:93-107.
- PAMALAREV, E.; USUNOVA, K. & BOJANOVA, I. (1991): Fossil plants of Class Pinopsida from the Neogene sediments of Satovča Graben in Rhodopes Region (Southwest Bulgaria). *Documenta naturae*, **66**:1-17, 1 fig, 1 tab, 4 pls.
- PFEFFERKORN, H. W. (1980): A note on the term "upland fora". *Rev. Palaeobot. Palyn.*, **30**:157-158.
- PHIPPS, D. & PLAYFORD, G. (1984): Laboratory techniques for extraction of palynomorphs from sediments. *Pap. Dep. Geol. Univ. Qd.*, **11**(1):1.23, pls. 1-3.

- PIELOU, E. C. (1977): *Mathematical Ecology*, 2nd. Edition. Wiley-Interscience Publications, New York, 385 págs.
- PIELOU, E. C. (1979): *Biogeography*. John Wiley & sons, New York, 351 págs.
- PLANDEROVÁ, E. (1990): Miocene microflora of Slovak Central Paratethys and its biostratigraphical significance. *Dionýz Štúr Inst. Geol.*, 5:1-243.
- PRADA, C. (1986): Equisetaceae. In: "*Flora Ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Vol. I. Lycopodiaceae-Papaveraceae*", págs. 21-29. CASTROVIEJO, S.; LAÍNZ, M.; LÓPEZ GONZÁLEZ; MONTSERRAT, P.; MUÑOZ GARMENDIA, F.; PAIVA, J. & VILLAR, L. (eds.). Real Jardín Botánico, C.S.I.C., Madrid.
- PRENTICE, I. C. (1986): Vegetation responses to past climatic variation. *Vegetatio*, 67:131-141.
- PONS, A. (1964): Contribution palynologique à l'étude de la flore et de la végétation pliocènes de la région rhodanienne. *Ann. Sc. Nat. Bot., Biol. Veg.*, 12(5):499-722.
- PONS, A. & VERNET, J. L. (1971): Une synthèse nouvelle de l'histoire du chêne vert (*Quercus ilex* L.). *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 118:841-850.
- POUS, J.; JULIÀ, R. & SOLE SUGRAÑES, L. (1986): Cerdanya basin geometry and its implications on the neogene evolution of the Eastern Pyrenees. *Tectonophysics*, 129:355-365.
- PRENTICE, I. C. (1986): Vegetation responses to past climatic variation. *Vegetatio*, 67:131-141.
- PUNT, W. (1975): The Northwest European Pollen Flora, 5. Sparganiaceae and Typhaceae. *Rev. Palaeobot. Palyn.*, 19(NEPF):75-88.
- PUNT, W. & DEN BREEJEN, P. (1981): The Northwest European Pollen Flora, 27. Linaceae. *Rev. Palaeobot. Palyn.*, 33(NEPF):75-115.
- PUNT, W. & MARKS, A. (1991): The Northwest European pollen flora, 50. Buxaceae. *Rev. Palaeobot. Palyn.*, 69(NEPF):113-115.
- PUNT, W.; REITSMA, T. J. & REUVERS, A. A. M. L. (1974): The Northwest European Pollen Flora, 2. Caprifoliaceae. *Rev. Palaeobot. Palyn.*, 17(NEPF):5-29.
- QUÉZEL, P. & BONIN, G. (1980): Les forêts feuillues du pourtour méditerranéen. Constitution, Écologie, situation actuelle, perspectives. *Rev. For. Fr.*, 32(3):253-268.
- QUÉZEL, P.; BARBÉRO, M. & AKMAN, Y. (1980): contribution à l'étude de la végétation forestière d'Anatolie septentrionale. *Phytocoenologia*, 8(3/4):365-519.
- RAMOS-GUERRERO, E. & ÁLVAREZ RAMIS, C. (1989-1990): Paleoflora del Oligoceno de Mallorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 33:141-158.
- RASOARIMALALA, L., ALBERS, F. & STRAKA, H. (1982): Palynologia Madagassica et Mascarenica. *Fam. 122-119. Pollen et Spores*, 24(1):65-91.
- RAUNKIAER, C. (1934): *The life forms of plants and statistical plant geography*. Oxford at the Clarendon Press, Oxford, 632 págs.
- RAUP, D. H. & STANLEY, M. (1978): *Principles of Paleontology*, 2nd. Edition. Freeman and Co., San Francisco, 388 págs.
- RAVEN, P. H. & AXELROD, D. I. (1974): Angiosperm biogeography and past continental movements. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 61(3): 539-673.
- RÉROLLE, M. L. (1884-1885): Études sur les végétaux fossiles de Cerdagne. *Rev. Scien. Nat. Montpellier.*, 3ème ser., 4:167-191, 252-298, 368-386, pl. III-VI, IX-XIV.

- REX, G. M. & CHALONER, W. G. (1983): The experimental formation of plant compression fossils. *Palaeontology*, **26**(2):231-252, pls. 30-33.
- RITCHIE, J. C. (1986): Climate change and vegetation response. *Vegetatio*, **67**:65-74.
- RIVAS CARBALLO, M^a R. (1987): Análisis palinológico del tramo superior de la sección de Torremormojón (Palencia). In: "Actas de Palinología", págs. 337-344. CIVIS, J. & VALLE, M. F. (eds.). Universidad de Salamanca.
- RIVAS CARBALLO, M^a R. (1991a): La vegetación y el clima durante el Mioceno (Aragoniense Superior-Vallesiense) en el sector suroriental de la Depresión del Duero (España). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.)*, **86**(1-4):53-64.
- RIVAS CARBALLO, M^a R. (1991b): The development of vegetation and climate during the Miocene in the Southeastern sector of the Duero Basin (Spain). *Rev. Paleobot. Palyn.*, **67**:341-351.
- RIVAS CARBALLO, M^a R. & VALLE, M. F. (1986): Nuevas aportaciones a la Palinología del Terciario de la Cuenca del Duero. Torremormojón (Palencia). *Stvd. Geol. Salmant.*, **22**:133-143.
- RIVAS CARBALLO, M^a R. & VALLE, M. F. (1987): Palinología del Neógeno de la Cuenca del Duero. Peñafiel (Valladolid). In: "Actas de Palinología", págs. 345-350, CIVIS, J. & VALLE, M. F. (eds.). Universidad de Salamanca.
- RIVAS CARBALLO, M^a R. & VALLE, M. F. (1990): Estudio del polen, esporas y palinomorfos del Paleógeno y Neógeno de la provincia de Burgos. In: "Polen, Esporas y sus aplicaciones", págs. 445-451. BLANCA, G.; DÍAZ DE LA GUARDIA, C.; FERNÁNDEZ, M. C.; RODRÍGUEZ-GARCÍA, M. I. & ROMERO GARCÍA, A. T. (eds.). VII Simposium de Palinología (APLE), Granada, Septiembre, 1988.
- RIVAS CARBALLO, M^a R.; ALONSO GAVILÁN, G.; CIVIS, J. & VALLE, M. F. (1992): Paleoclimatología y paleoecología de las facies de Zaratán, Neógeno de la Cuenca del Duero (provincia de Valladolid, España). "Actas del III Congreso Geológico de España", 1:539-543. Uris, J.; Sierro, F. J. & Sánchez de Posada, L. C., Salamanca.
- RIVAS CARBALLO, M^a R.; ALONSO GAVILÁN, G. VALLE, M. F. & CIVIS, J. (1994): Miocene Palynology of the central sector of the Duero Basin in relation to palaeogeography and palaeoenvironment. *Rev. Paleobot. Palyn.*, **82**:251-264.
- ROCA, E. (1986): *Estudi geologic de la fossa de la Cerdanya*. Tesis de Licenciatura. Dpto. de Geomorfología y Tectónica, Facultad de Geología, Universidad de Barcelona, 109 págs. (Inédita)
- RODRIGUEZ MELLADO, M. T. & MENÉNDEZ AMOR, J. (1948): Microflora fósil de Bellver. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, **46**:69-85.
- ROIRON, P. (1981): La macroflore pliocène de Pichegu (Saint-Gilles, Gard). *Paléobiol. Cont.*, **12**(1):27-42.
- ROIRON, P. (1983): Nouvelle étude de la macroflore Plio-Pleistocène de Crespià (Catalogne, Espagne). *Geobios*, **16**(6):687-715, 9 figs., 1 tabl., 1 pl.
- ROIRON, P. (1984): Les macroflores messiniennes de Méditerranée Nord-Orientale et la crise de salinité. *Paléobiol. Cont.*, **14**(2):415-422.
- ROIRON, P. & VERNET, J. L. (1978): Feuilles et involucre fructifères de *Carpinus* L. du gisement pliocène de Pichegu près de Saint-Gilles (Gard). Comparaison avec les charmes tertiaires et quaternaires. *Geobios*, **11**(6):794-818, 8 figs., 1 pl.
- ROMERO, E. J. (1986): Fossil evidence regarding the evolution of *Nothofagus* Blume. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, **73**:276-283.
- ROMERO, E. J. & DIBBERN, M. C. (1985): A review of the species described as *Fagus* and *Nothofagus* by Dusen. *Paleontographica Abt. B*, **197**:123-137.
- ROTH, J. L. & DILCHER, D. L. (1978): Some considerations in leaf size and leaf margin analysis of fossil leaves. *Cour. Forsch. Inst. Senckenberg*, **30**:165-171.

- ROURE, J. M. & BELMONTE, J. (1988): Primeros resultados para el estudio de las relaciones entre la producción polínica y la producción en biomasa de las comunidades forestales. In: "*Actas de Palinología*", págs. 205-209, CIVIS, J. & VALLE, M. F. (eds.). Universidad de Salamanca.
- SAAD, S. I. & EL-GHAZALY, G. (1988): Pollen morphology of some species of Euphorbiaceae. *Grana*, **27**:165-175.
- SADOWSKA, A. (1993): The stratigraphical table of the Neogene floras from Poland. In: "*Paleofloristic and paleoclimatic changes during Cretaceous and Tertiary*", págs. 133-139. PLANDEROVÁ, E.; KONZALOVÁ, M.; KVAČEK, Z.; SITÁR, V.; SNOPOKOVÁ, P. & SUBALLYOVÁ, D. (eds.). Geologický Ústav Dionýza Štúra, Bratislava.
- SÁENZ DE RIVAS, C. (1978): *Polen y esporas (Introducción a la Palinología y vocabulario palinológico)*. H. Blume Ediciones, Madrid, 219 págs.
- SALARD, M. (1961): Contribution à l'étude paleoxylogique de la Patagonie (II). *Rev. Gral. Bot.*, **68**:234-270.
- SALAS, L. (1987): La incidencia de la degradación polínica en la interpretación de los espectros polínicos: test de fiabilidad. *Cuaternario Geomorf.*, **1**:257-269.
- SALAS, L. (in press.): Consideraciones sobre los análisis polínicos. *Actas Geoarqueológicas*.
- SALISBURY, L. (1932): The interrelations of soil, climate and organism, and the use of stomatal frequency as an integrating index of the water relations of the plant. *Beihefte zum Botanischen Centralblatt.*, **49**:408-420.
- SANGSTER, A. G. & DALE, H. M. (1961): A preliminary study of differential pollen grain preservation. *Canadian J. Bot.*, **39**:35-43, pl. I.
- SANZ DE SIRIA, A. (1974): La flora terciaria de Ballestar. *Paleont. Evol.*, **9**:1-56.
- SANZ DE SIRIA, A. (1977): Estudio de la flora terciaria de la cuenca de la Seu d'Urgell (Resumen de Tesis doctoral). *Butll. Inf. Inst. Paleont. Sabadell*, **9**:25-29.
- SANZ DE SIRIA, A. (1979): Flora miocénica de Espiells, cuenca del Penedès (Nota preliminar). *Butll. Inf. Inst. Paleont. Sabadell*, **11**:48-54.
- SANZ DE SIRIA, A. (1980a): Plantas miocénicas de Sanavastre (Gerona). Depresión de Cerdaña. *Butll. Inf. Inst. Paleont. Sabadell*, **12**:45-50, lám. I.
- SANZ DE SIRIA, A. (1980b): Estudio sistemático y paleoecológico de la flora miocénica de la cuenca de la Seo d'Urgell. *Paleont. Evol.*, **14**:1-28, láms. I-III.
- SANZ DE SIRIA, A. (1981a): Flora del Mioceno Superior de la Bisbal (Baix Empordà). *Butll. Inf. Inst. Paleont. Sabadell*, **13**:57-68.
- SANZ DE SIRIA, A. (1981b): La flora burdigaliense de los alrededores de Martorell (Barcelona). *Paleont. Evol.*, **16**:3-13.
- SANZ DE SIRIA, A. (1982a): La flora del Mioceno medio de las cercanías de Martorell. *Butll. Inf. Inst. Paleont. Sabadell*, **14**:49-61.
- SANZ DE SIRIA, A. (1982b): La flora pliocénica de Siurana (Gerona). *Paleont. Evol.*, **17**:3-14.
- SANZ DE SIRIA, A. (1983-1984a): Aportaciones al conocimiento de la flora pliocénica de los alrededores de Papiol (Barcelona). *Paleont. Evol.*, **18**:151-160.
- SANZ DE SIRIA, A. (1983-1984b): La flora miocénica de los alrededores de Sant Sadurni D'Anoia (Barcelona). *Paleont. Evol.*, **18**:161-172.
- SANZ DE SIRIA, A. (1985): Datos para el conocimiento de las floras miocénicas de Cataluña. *Paleont. Evol.*, **19**:167-177.
- SANZ DE SIRIA, A. (1987): Datos para el conocimiento de las floras pliocénicas de Cataluña. *Paleont. Evol.*, **21**:295-303.

- SANZ DE SIRIA, A. (1992): Estudio de la macroflora oligocena de las cercanías de Cervera (Colección Martí Madern del Museo de Geología de Barcelona). *Treb. Mus. Geol. Barcelona*, 2:269-379.
- SAPORTA, G. de (1862b): Études sur la végétation du Sud-Est de la France à l'époque tertiaire. III. Flore des lignites inférieurs, ou étage à lignite proprement dit. *Ann. Scien. Nat. (Bot.)*, 4ème ser., 17:191-311, pl. 1-14.
- SAPORTA, G. de (1863): Études sur la végétation du Sud-Est de la France à l'époque tertiaire. *Ann. Scien. Nat. (Bot.)*, 4ème ser., 19:5-124, pl. 1-11.
- SAPORTA, G. de (1865): La végétation du Sud-Est de la France à l'époque tertiaire. Deuxième partie III. Flore d'Armissant et de Peyriac dans le bassin de Narbonne (Aude). *Ann. Scien. Nat. (Bot.)*, 5ème ser., 4:5-264, pl. 1-13.
- SAPORTA, G. de (1867): Études sur la végétation du Sud-Est de la France à l'époque tertiaire. Troisième partie. *Ann. Scien. Nat. (Bot.)*, 5ème ser., 8(3):5-136, pl. 1-15.
- SAPORTA, G. de (1868): Études sur la végétation du Sud-Est de la France à l'époque tertiaire. Troisième partie. IV. Flore des argiles du bassin de Marseille. *Ann. Scien. Nat. (Bot.)*, 5ème ser., 9:5-62, pl. 1-7.
- SAPORTA, G. de (1873a): Études sur la végétation du Sud-Est de la France à l'époque tertiaire. Supplement I. *Ann. Scien. Nat. (Bot.)*, 5ème ser., 18:23-146, pl. 6-18.
- SAPORTA, G. de (1873b): Sur les caractères propres à la végétation pliocène à propos des découvertes de M. J. Rames dans le Cantal. *Bull. Soc. Geol. Fr.*, 3(1):212-232.
- SAPORTA, G. de (1879): *Le monde des plantes avant l'apparition de l'homme*, Librairie de l'Académie de Médecine, Paris, 146 págs., pl. I-XII, 118 text.-figs.
- SAPORTA, G. de (1884): Nouvelles observations sur la flore fossile de Mogi dans le Japon méridional. *Ann. Sc. Nat. (Bot.)*, Sér. 6, 17:73-106, II abb, pl. VI-IX.
- SAPORTA, G. de (1888): *Origine paléontologique des arbres cultivés ou utilisés par l'homme*. Librairie J. B. Baillière et fils, Paris, 360 págs., 44 figs.
- SAPORTA, G. de (1891): Recherches sur la végétation du niveau Aquitainien de Manosque. *Mem. Soc. Geol. Fr.*, 3:(2), mem. n° 9, págs. 1-83, pl. I-XX.
- SAPORTA, G. de & MARION, A. F. (1876): Recherches sur les végétaux fossiles de Meximieux. *Arch. Mus. Hist. Nat. Lyon*, 1:131-335, pl. XXII-XXXVIII.
- SAVILLE, D. B. O. (1990): Relationships of Poaceae, Cyperaceae and Juncaceae reflected by their fungal parasites. *Can. J. Bot.*, 68:731-734.
- SCHEIHING, M. H. & PFEFFERKORN, H. W. (1984): The Taphonomy of land plants in the Orinoco Delta: a model for the incorporation of plant parts in clastic sediments of Late Carboniferous age of Euramerica. *Rev. Palaeobot. Palyn.*, 41:205-240.
- SCHIMPER, N. PH. (1869-1874): *Traité de Paléontologie végétale. Ou la flore du monde primitif dans ses rapports avec les formations géologiques et la flore du monde actuel*, I-III. I:1-740 (1869); II:1-966 (1870-1872); III:1-896 (1874). Baillière et fils. Paris.
- SCHOPF, J. M. (1975): Modes of fossil preservation. *Rev. Palaeobot. Palyn.*, 20:27-53.
- SEILACHER, A. (1990): Taphonomy of fossil-Lagerstätten. In: "Paleobiology, a synthesis", págs. 266-270. BRIDGE, E. C. & CROWTHER, P. R. (eds.). Blackwell Scientific Publications. Cambridge.
- SENGUPTA, S. (1972): On the pollen morphology of Convolvulaceae with special reference to taxonomy. *Rev. Palaeobot. Palyn.*, 13:157-212.
- SHATILOVA, I. I. & RAMISHVILI, Ia, Sh. (1984): Climate and flora of the Neogene of Western Georgia (U.S.S.R.). *Palaeobiol. Cont.*, 14(2):423-432.

- SHI, G. R. (1993): Multivariate data analysis in palaeoecology and palaeobiogeography- a review. *Palaeogeogr. Palaeoclimat. Palaeoecol.*, **105**:199-234.
- SITÁR, V.; KVAČEK, Z. & BŮŽEK, I. (1989): New late neogene floras of southern Slovakia (Pinciná and Hajnacka). *Západné Karpaty, ser. paleont.*, **13**:43-59.
- SIVAK, J. (1973): Observaciones nouvelles sur les grains de pollen de *Tsuga*. *Pollen et Spores*, **15**(3-4):397-457.
- SIVAK, J. (1975): Les caractères de diagnose des grains de pollen à ballonnets. *Pollen et Spores*, **17**(3):349-421.
- SIVAK, J. (1976): Nouvelles espèces du Genre *Cathaya* d'après leurs grains de pollen dans le Tertiaire du Sud de la France. *Pollen et Spores*, **18**(2):243-288.
- SIVAK, J. & RAZ, Ph. (1976): Le critère de détermination des *Pinus* Haplostellés et Diplostellés d'après les grains de pollen. *Rev. Micropaléont.*, **18**(4):259-263.
- SKAWIŃSKÁ, K. (1985): Some new and rare pollen grains from Neogene deposits at Ostrzeszów (South-West Poland). *Acta Palaeobot.*, **25**(1,2):107-110.
- SMILEY, CH. J.; GRAY, J. & HUGGINS, L. H. (1975): Preservation of Miocene fossils in unoxidized lake deposits, Clarkia, Idaho (with a section on a fossil Insecta by W. F. Ban and J. M. Gillespie). *J. Paleont.*, **49**(5):833-844, 4 pl., 2 text.-fig.
- SMILEY, CH. J. & HUGGINS, M. (1981): *Pseudofagus idahoensis*, n. gen et sp. (Fagaceae) from the Miocene Clarkia Flora of Idaho. *Amer. J. Bot.*, **68**(6):741-761.
- SOKAL, R. R. & ROHLF, F. J. (1969): *Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica*. Blume Ed., Madrid, 832 págs.
- SOLE DE PORTA, N. & DE PORTA, J. (1984): État actuel des connaissances palynologiques du Tertiaire de l'Espagne. *Rev. Paleobiol.*, vol. spec.:209-219.
- SOLÉ SABARIS, L. & LLOPIS LLADO, N. (1947): *Mapa geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la hoja nº 216*. Bellver. Tip. y lit. Coullaut. Madrid. 109 págs., láms. I-XVII.
- SPICER, R. A. (1977): The pre-depositional formation of some leaf impressions. *Palaeontology*, **20**(4):907-912.
- SPICER, R. A. (1981): The sorting and deposition of allochthonous plant material in a modern environment at Silwood Lake, Silwood Park, Berkshire, England. *U. S. Geol. Surv. Prof. Pap.*, **1143**:1-77.
- SPICER, R. A. (1989a) Physiological characteristics of land plants in relation to environment through time. *Trans. R. Soc. Edinburgh: Earth Sc.*, **80**:321-329.
- SPICER, R. A. (1989b): The formation and interpretation of plant fossil assemblages. *Adv. Bot. Res.*, **16**:95-191.
- SPICER, R. A. (1991): Plant taphonomic processes. In: "*Taphonomy releasing. The data locked in the fossil record*", págs. 71-113. ALLISON, P. A. & BRIGGS, D. E. G. (eds.). Plenum Press, New York & London.
- SPICER, R. A. (1992): Frontiers in Palaeobotany. In: "*Paleobiology: preparing for the Twenty-First Century*". Instituto Juan March de estudios e investigaciones. Centre for International meetings on Biology, Madrid 6-8 April, 1992.
- SPICER, R. A. & HILL, C. R. (1979): Principal components analysis and correspondence analysis of quantitative data from a Jurassic plant bed. *Rev. Palaeobot. Palyn.*, **28**:273-299.
- SPICER, R. A. & WOLFE, J. A. (1987): Plant Taphonomy of the Late Holocene deposits in Trinity (Clair Engle) Lake, Northern California. *Paleobiology*, **13**(2):227-245.
- SPIEGEL, M. R. (1991): *Estadística*, 2ª edición. McGraw-Hill, Madrid, 556 págs.
- ŚRODOŃ, A. (1985): *Fagus* in the forest history of Poland. *Acta Palaeobot.*, **25**(1-2):119-137.

- STAFFORD, P. J. & BLACKMORE, S. (1991): The Northwest European Pollen Flora, 46. Geraniaceae. *Rev. Palaeobot. Palyn.*, **69**(NEPF):49-78.
- STAFLEU, F. A. (1967): Palynology, nomenclature and terminology. *Rev. Paleobot. Palyn.*, **3**:15-26.
- STAFLEU, F. A.; BONNER, C. E. B.; VAUGH, R. Mc.; MEIKLE, R. D.; ROLLINS, R. C.; ROSS, R.; SCHOPF, J. M.; SCHULZE, G. M. & VILMORIN, R. de. eds. (1969): *Código Internacional de Nomenclatura Botánica. Adoptado por el Undécimo Congreso Internacional de Botánica. Seattle. Agosto de 1969.* Versión española por J. Izco, H. Blume ediciones, 125 págs.
- STEARNS, W. T. (1983): *Botanical Latin. History, Grammar, Syntax, Terminology and Vocabulary.* 3th Edition revised. David & Charles, Devon, 566 págs.
- STEWART, W. N. & TAYLOR, T. N. (1965): The peel technique. "Handbook of paleontological techniques", págs. 224-232. KUMMEL, B. & RAUP, D. (eds.). Freeman & Company, San Francisco.
- STRIEGLER, V. v. (1992): Bemerkungen zu den Eichenblättern des Blättertons von Wischgrund (Miozän, Niederlausitz)-Vorläufige Mitteilung. *Doc. Nat.*, **70**:54-61, 3 taf.
- STUCHLIK, L.; SZYNKIEWICZ, A.; ŁANCUCKA-ŚRODONIOWA, M. & ZASTAWNI, E. (1990): Wyniki dcychczasowych Dadán paleobotanicznych trzecio rzedomych węgly brunatnych Złaża "Belchatów". *Acta Palaeobot.*, **30**(1-2):254-305.
- STUR, D. (1867): Beiträge zur Kenntnis der Flora der Süßwasserquarze, der Congerien-und Cerithiensichten im Wiener und Ungarischen Becken. *Jahrb. geol. Reichsanst.*, **17**:77-188, taf. III-V.
- SUC, J. P. (1976): Quelques taxons-guides dans l'étude paléoclimatique du Pliocène et du Pléistocène inférieur du Languedoc (France). *Rev. Micropaléont.*, **18**(4):246-255.
- SUC, J. P. (1980): *Contribution à la connaissance du Pliocène et du Pleistocène inferieur des régions méditerranéenes d'Europe Occidentale par l'analyse palynologique des dépôts du Languedoc-Roussillon (Sud de la France) et de la Catalogne (Nord-est de l'Espagne).* Thèse d'Etat. Académie de Montpellier. Université des Sciences et Techniques du Languedoc. Tom. I, 198 págs. Tom II, Pl. I-V, Tabl. 1-14, Figs. 1-64, Diagr. 1-24.
- SUC, J. P. (1983): La signification paléocologique des restes végétaux. *Bull. Centres Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine*, **8**(1):97-104.
- SUC, J. P. (1986): Flores néogènes de Méditerranée occidentale. Climat et Paléogéographie. *Bull. Contres Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine*, **10**(2):477-488.
- SUC, J. P. (1987): Palynology as a stratigraphic tool: the western mediterranean neogene record. *Ann. Inst. Geol. Publ. Hung.*, **70**:65-69.
- SUC, J. P. (1989): Distribution latitudinale et étagement des associations végétales au Cénozoïque supérieur dans l'aire ouest-méditerranéene. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (8), t. **V**, n° 3, 541-550.
- SUC, J. P. & CRAVATTE, J. (1982): Étude palynologique du Pliocène de Catalogne (Nord-Est de l'Espagne). Apports à la connaissance de l'histoire climatique de la Méditerranée Occidentale et implications chronostratigraphiques. *Paléobiol. Cont.*, **13**(1):1-31.
- SUC, J. P.; CLAUZON, G.; BESSEDIK, M.; LEROY, S.; ZHENG, Z.; DRIVALIARI, A.; ROIRON, P.; AMBERT, P.; MARTINELLI, J.; DOMENECH, R.; MATÍAS, I.; JULIÀ, R. & ANGLADA, R. (1992): Neogene and Lower Pleistocene in Southern France and Northeastern Spain. Mediterranean environments and climate. *Cahiers Micropaléont.*, **7**(1/2):165-186.
- SUÑER, E. (1954): El Mioceno del extremo NE. de Cerdaña (Prov. de Gerona). *Mem. Com. Inst. Geol. Barcelona*, **11**:75-83.
- SUZUKI, M. (1982): Some fossil woods from the Palaeogene of Northern Kyushu. II. *Bot. Mag. Tokyo*, **95**:281-294.

- SUZUKI, M. (1984): Some fossil woods from the Palaeogene of Northern Kyushu, III. *Bot. Mag. Tokyo*, **97**:457-468.
- TAKAHASHI, A. & SUZUKI, M. (1988): Two new fossil woods of *Acer* and new combination of *Prunus* from the Tertiary of Japan. *Bot. Mag. Tokyo*, **101**:473-481.
- TAKHTAJAN, A. L. (1969): *Flowering plants. Origin and dispersal*. Oliver & Boyd, Edimburg, 310 págs., 32 figs., pl. I-XIII.
- TAKHTAJAN, A. L. (1986): *Floristic regions of the World*. University of California Press, Los Angeles, 522 págs.
- TAKHTAJAN, A. (1991): *Evolutionary trends in flowering plants*. Columbia University Press, New York, 241 págs.
- TALLIS, J. H. (1991): *Plant community history. Long-term changes in plant distribution and diversity*. Chapman & Hall, London, 398 págs.
- TANAI, T. & WOLFE, J. A. (1977): Revision of *Ulmus* and *Zelkova* in the middle and late Tertiary of Western North America. *U. S. Geol. Surv. Prof. Paper*, **1026**:1-14, pl. 1-4.
- TAUBER, H. (1967): Investigations of the mode of pollen transfer in forested areas. *Rev. Palaeobot. Palyn.*, **3**:277-286.
- TAUBER, H. (1977): Investigations of aerial pollen transport in a forested area. *Dansk. Bot. Ark.*, **32**(1):1-121.
- TAYLOR, T. N. & TAYLOR, E. L. (1993): *The Biology and Evolution of fossil Plants*. Prentice Hall, New Jersey, 982 págs.
- TEIXEIRA, C. (1947a): A flora pliocénica de Montijo. *Com. Serv. Géol. Portugal*, **28**:213-216, est. I-II.
- TEIXEIRA, C. (1947b): Flora de Senhora da Saúde, Santarém. *Com. Serv. Géol. Portugal*, **28**:145-147.
- TEIXEIRA, C. (1947c): Note sur une pomme de pin du Miocène de Lisbonne. *Com. Serv. Géol. Portugal*, **28**:129-132, pl. I-V.
- TEIXEIRA, C. (1952a): Flora do Miocénico de Esbarrondadoiro, Odivelas. *Com. Serv. Géol. Portugal*, **33**:93-97, est. I.
- TEIXEIRA, C. (1952b): Flora fóssil do Pliocénico de Vale de Santarém. *Com. Serv. Géol. Portugal*, **33**:51-64, est. I-XV.
- TEIXEIRA, C. (1952c): Flora fóssil das argilas de Vale de Carros (Alpiarça). *Com. Serv. Géol. Portugal*, **33**:11-14.
- THANIKAIMONI, G. (1986): Mangrove palynology. *Institute Français de Pondichéry. Travaux de la Section Scientifique et Technique*, **24**:1-100.
- THIÉBAUT, B. (1982): Existe-t-il une hêtraie "Méditerranéenne" distincte des autres forêts de hêtre en Europe occidentale?. *Vegetatio*, **50**:23-42.
- THOMAS, B. A. & SPICER, R. A. (1987): *The Evolution and Palaeobiology of Land Plants*. Croom Helm, London & Sidney, 309 págs.
- THOMASSON, J. R. (1980): A fossil *Equisetum* sp (Family Equisetaceae, Subgenus *Hippochaete*) from the Late Tertiary ash hollow formation of Nebraska. *Amer. J. Bot.*, **67**(1):125-127.
- THORNE, R. F. (1973): The "Amentiferae" or Hamamelidae as an artificial group: A summary statement. *Brittonia*, **25**:395-405.
- TRALAU, H. (1962): Die spätertertiären *Fagus*-Arten Europas. *Bot. Not.*, **115**(2):147-176., taf. I-IV.
- TRALAU, H. (1963): Asiatic dicotyledonous affinities in the Cainozoic flora of Europe. *Kung Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. Fjärde Serien*, **9**(3):1-87, pl. 1-5, 2 text-pl., 19 maps., 3 text-figs.
- TRAVERSE, A. (1988): *Paleopalynology*. Unwin Hyman, Boston, 600 págs.
- TUREK, V.; MEREK, J. & BENES, A. (1989): *La gran enciclopedia de los fósiles*. SUSAETA, S. A., Praga, 520 págs.

- UNGER, F. (1847): *Chloris protogaea. Beiträge zur flora der Vorwelt*. Leipzig in Commission bei Wilhelm Engelmann, 150 págs., taf. I-XLIX.
- UNGER, F. (1850): *Genera et species plantarum fossilium*. Sumptibus Academiae Caesare. Vindobonae, 627 págs.
- UNGER, H. J. (1983): Die Makro-flora der Mergelgrube Aubenham nebst Bemerkungen zur Lithologie, Ökologie und Stratigraphie. *Geol. Jb.*, **A67**:37-129, 5 abb., 2 tab., 30 taf.
- UPCHURCH, R.; STROM, R. N. & ANDREJKO, M. J. (1983): A model for silicification in peat-forming environments. In: "*Mineral matter in peat. Its occurrence, form and distribution*", págs. 225-235. RAYMOND, R. Jr. & ANDREJKO, M. J. (eds.). Los Alamos, New Mexico.
- VALDÉS, B; DÍEZ, M. J. & FERNÁNDEZ, I (eds.) (1987): *Atlas polínico de Andalucía Occidental*. Instituto de Desarrollo Regional de la Universidad de Sevilla, Sevilla. 451 págs.
- VALLE, M. F. (1983a): Estudio palinológico del Plioceno de España. *Serie resúmenes de Tesis doctorales. Ediciones Universidad de Salamanca*, págs. 1-42.
- VALLE, M. F. (1983b): Nuevas aportaciones palinológicas al Plioceno de Can Albareda (Barcelona). *Stvd. Geol. Salmant.*, **19**:151-159.
- VALLE, M. F. (1983c): Palinología del Plioceno de la Plaça de les Bruixes (Barcelona). *Stvd. Geol. Salmant.*, **19**:133-137.
- VALLE, M. F. & CIVIS, J. (1982): Palinología de las facies "Cuestas" en el borde occidental de la Cuenca del Duero. In: "*Actas del IV Simposio A.P.L.E.*", págs. 351-361. SOLÉ, N. & SUÁREZ CERVERA, M. (eds.), Barcelona.
- VALLE, M. F. & PEÑALBA, C. (1987): Aspectos palinológicos en el Neógeno del Suroeste de España. In: "*Paleontología del Neógeno de Huelva (W. Cuenca del Guadalquivir)*", págs. 153-158, Dpto. Paleontología (ed.), Universidad de Salamanca.
- VALLE, M. F. & RIVAS CARBALLO, M. R. (1990): Palinología del tránsito Tortoniense-Messiniense en las facies neógenas del borde norte de la Cuenca del Guadalquivir (E. de Sevilla). In: "*Polen, Esporas y sus aplicaciones*", págs. 453-457, BLANCA, G.; DÍAZ DE LA GUARDIA, C.; FERNÁNDEZ, M. C.; RODRÍGUEZ-GARCÍA, M. I. & ROMERO GARCÍA, A. T. (eds.). VII Symposium de Palinología (APLE), Granada, Septiembre, 1988.
- VALLE, M. F. & SALVADOR, J. V. (1985a): Resultados palinológicos del borde sur-occidental de la Cuenca del Duero. Abezames (Zamora). *Est. geol.*, **41**:69-75.
- VALLE, M. F. & SALVADOR, J. V. (1985b): Palinología del Neógeno de la Cuenca del Duero. Castrillo del Val (Burgos). *Est. geol.*, **41**:237-241.
- VAN CAMPO, E. (1989): La flore pollinique du Miocène terminal de Venta del Moro (Espagne). *Acta Palyn.*, **1**:9-32.
- VAN COTTHEM, W. R. J. (1970): A classification of stomatal types. *Bot. J. Linn. Soc.*, **63**:235-246.
- VAN DER MERWE, J. J. M.; VAN WYK, A. E. & KOK, P. D. F. (1990): Pollen types in Lauraceae. *Grana*, **29**:185-196.
- VAN HELVOORT, H. A. M. & PUNT, W. (1984): The Northwest European Pollen Flora, 29. Araliaceae. *Rev. Palaeobot. Palyn.*, **42**(NEPF):1-5.
- VAN LEEUWEN, P.; PUNT, W. & HOEN, P. P. (1988): The Northwest European Pollen Flora, 43. Polygonaceae. *Rev. Palaeobot. Palyn.*, **57**(NEPF):81-151.
- VAN STEENIS, C. G. G. J. (1962): The land-bridge theory in Botany. *Blumea*, **11**(2):235-542.
- VAUDOIS-MIEJA, N. (1978): Nouvelle étude paléocarpologique de l'Anjou. Révision bibliographique des Juglandaceae fossiles. *Rev. Palaeobot. Palyn.*, **25**:269-294.
- VAUDOIS-MIEJA, N. (1985): La flore des grès à palmiers de l'ouest de la France. *Bull. Sect. Scien.*, **8**:259-273.

- VERNET, J. L. (1981): Recherches sur les macroflores plio-pleistocènes du Sud des Grandes Causses: les erables des diatomites de Bernasso (Lunas, Hérault). *Paléobiol. Cont.*, 12(1):43-51.
- VICENS, A. (1975): Étude palynologique des formations tertiaires lacustres du bassin de Kizilcahan (Turquie-Anatolie). *Centre d'études et de recherches de Paléontologie biostratigraphique (CERPAD). Notes et Contributions*, contribution n° 9, 87 págs., 2 figs., 2 tabl., pl. I-VII.
- VICENTE i CASTELLS, J. (1965): A la recerca d'una flora eocènica de Catalunya. *Bulll. Excurs. Puig castellar*, 2:3-7.
- VICENTE i CASTELLS, J. (1988): La Flora fòssil de Montjuïc (Barcelona). *Soc. Hist. Nat. Sta. Coloma de Gramenet. Sèr. Monogràf.*, n° 1:1-93, láms. I-VII.
- VICENTE i CASTELLS, J. (1989): La morfologia foliar en l'estudi de la Paleobotànica. *Butlletí del Centre d'Estudis de la Natura del Barcelonès-Nord*, any 5, 5: 207-212.
- VIDAL, L. M. (1886): Reseña geológica y minera de la Provincia de Gerona. *Bol. Com. Mapa Geol. Esp.*, 13:209-284, 291-380.
- VIGO, J. & NINOT, J. M^a (1987): Los Pirineos. In: "*La vegetación de España*", págs. 350-384. PEINADO LORCAS, M. & RIVAS-MARTÍNEZ, S. (eds.). Universidad de Alcalá de Henares, Secretaría General, Servicio de Publicaciones, Alcalá de Henares.
- VIGÓN, M. A. (1980): *Nuevas aportaciones al estudio paleoecológico del yacimiento mioceno de Ribesalbes*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Complutense de Madrid, 67 págs., 2 figs., 9 láms. (Inédita).
- VILLALTA J. F. (1957): Dos zoocecidias fósiles del Mioceno de Cerdaña (prov. de Lérida). *Cursillos conf. Inst. Lucas Mallada*, 4:63-64, fig. 3.
- VILLALTA, J. F. (1962): Dos coleópteros fósiles procedentes de la depresión de Cerdanya (Lérida). *Est. geol.*, 18:105-109.
- VILLALTA, J. F. & CRUSAFONT, M. (1945): La flora miocénica de la depresión de Bellver. *Ilerda*, 3(2):339-353.
- VILLATA, J. F. & CRUSAFONT, M. (1947): Les gisements de mammifères du Néogène espagnol. *C. R. Som. Soc. Geol. France*, 28-30.
- VILLALTA, J. F. & VICENTE, J. (1972): Una flora del Cuaternario antiguo en las cercanías de Crespià. *Acta Geol. Hisp.*, 7(4):120-128.
- VILLAR, L. (1986): Lycopodiaceae. "*Flora Ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Vol. I. Lycopodiaceae-Papaveraceae*", págs. 3-11. CASTROVIEJO, S.; LAÍNIZ, M.; LÓPEZ GONZÁLEZ; MONTSERRAT, P.; MUÑOZ GARMENDIA, F.; PAIVA, J. & VILLAR, L. (eds.). Real Jardín Botánico, C.S.I.C., Madrid.
- WALKER, J. & DOYLE, J. A. (1975): The bases of angiosperm phylogeny: Palynology. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 62:664-723.
- WALTHER, W. (1972): Studie über Tertiäre Acer Mitteleuropas. *Abh. Staatl. Mus. Mineral. Geol., Dresde*, 19:1-309, 64 pl.
- WALTHER, H. & ZASTAWNIAK, E. (1991): Fagaceae from Sośnica and Malczyce (near Wrocław, Poland). A revision of original materials by Goeppert 1852 and 1855 and study of new collections. *Acta Palaeobot.*, 31(1-2):153-199.
- WATELET, A. D. (1866): *Description des plantes fossiles du bassin de Paris*. J. B. Baillière et fils, Paris, 264 págs. Atlas, pl. 1-60.
- WEBB, L. J. (1959): A physiognomic classification of Australian rain forest. *J. Ecol.*, 47(3):551-570.
- WEBB, L. J. (1968): Environmental relationship of the structural types of Australia rain forest vegetatio. *Ecology*, 49(2):296-311.

- WEBER, O. (1851): Die tertiär flora der Niederrheinischen Braunkolenformation. *Palaeontographica*, **2**(4):115-236, taf. XVIII-XXV.
- WEBSTER, G. L. (1987): The saga of the spurges: a review of classification and relationships in the Euphorbiales. *Bot. J. Linn. Soc.*, **94**:3-46.
- WESSEL, P. & WEBER, O. (1855): Neuer beitrage zur tertiär flora der Niederrheinischen Braunkolenformation. *Palaeontographica*, **4**(4):11-178, taf. XX-XXX.
- WHEELER, E. F.; LEE, M. & MATTEN, L. C. (1987): Dicotyledoneous woods from the Upper Cretaceous of Southern Illinois. *Bot. J. Linn. Soc.*, **95**:77-100, figs. 1-26.
- WILSON, M. V. H. (1980): Eocene lake environments: depth and distance-from-shore variation in fish, insect, and plant assemblages. *Palaeogeogr. Palaeoclimat. Palaeoecol.*, **32**:21-44.
- WILSON, M. V. H. (1988a): Reconstruction of ancient lake environments using both autochthonous and allochthonous fossils. *Paleogeogr. Palaeoclimat. Palaeoecol.*, **62**:609-623.
- WILSON, M. V. H. (1988b): Taphonomic processes: information loss and information gain. *Geosc. Canada*, **15**(2):131-148.
- WILLMER, C. M. (1986): *Los estomas*. Librería Agropecuaria S. A. Buenos Aires. 192 págs.
- WING, S. L. & HICKEY, L. (1984): The *Platycarya* perplex and the evolution of the Juglandaceae. *Amer. J. Bot.*, **71**(3):388-411.
- WODEHAUSE, R. P. (1965): *Pollen Grains (Their structure identifications and significance in science and medicine)*. Hafner Publishing Company. New York & London. 573 págs.
- WOLFE, J. A. (1971): Tertiary climatic fluctuations and methods of analysis of tertiary floras. *Palaeogeogr. Palaeoclimat. Palaeoecol.*, **9**:27-57.
- WOLFE, J. A. (1973): Fossil forms of Amentiferae. *Brittonia*, **25**:334-355.
- WOLFE, J. A. (1977): Paleogene floras from the Gulf of Alaska Region. *U. S. Geol. Surv. Prof. Pap.*, **977**:1-108, 30. pls.
- WOLFE, J. A. (1978): A paleobotanical interpretation of Tertiary climates in the Northern Hemisphere. *Amer. Scien.*, **6**:694-703.
- WOLFE, J. A. (1979): Temperature parameters of humid to mesic forests of Eastern Asia and relation to forests of other regions of the Northern Hemisphere and Australasia. *U. S. Geol. Surv. Prof. Pap.*, **1106**:1-37.
- WOLFE, J. A. (1981a): Paleoclimatic significance of the Oligocene and Neogene floras of the Northwestern United States. In: "*Paleobotany, Paleocology and Evolution*, vol. 2", págs. 79-101. NIKLAS, K. J. (ed.). Praeger Scientific, New York.
- WOLFE, J. A. (1981b): Vicariance Biogeography of Angiosperms in relation to Paleobotanical data. In: "*Vicariance Biogeography. A critique*", págs. 413-445. Symposium of the Systematics discussion group of the American Museum of Natural History, Mai 2-4, 1979. NELSON, G. & PASEN, D. E. (eds.). Columbia University Press, New York.
- WOLFE, J. A.; DOYLE, J. A. & PAGE, V. M. (1975): The bases of angiosperm phylogeny: Paleobotany. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, **62**:801-824.
- WOLFE, J. A. & TANAI, T. (1987): Systematics, Phylogeny and distribution of *Acer* (maples) in the Cenozoic of Western North America. *J. Fac. Sc. Hokkaido University*, ser. 4, **22**(1):1-246.
- WOLFE, J. A. & WEHR, W. (1987): Middle Eocene dicotyledonous plants from Republic, Northeastern Washington. *U. S. Geol. Surv. Bull.*, **1597**:1-25, Pl. 1-16.
- YOUNG, P. G. (1982): *The Botany Coloring Book*. Barnes & Noble Books, New York, 108 págs., 100 ilustr.

- ZAVADA, M. S. & CREPET, W. L. (1981): Investigations of angiosperms from the middle Eocene of North America: Flowers of the Celtidoideae. *Amer. J. Bot.*, **68**(7):924-933.
- ZITTEL, K. A. (1891): *Traité de Paléontologie. Paléophytologie*. Tom. **I**, part. **II**. Octave Doin Éditeurs. Paris. 949 págs., 432 figs.
- ZOHARY, M. (1963): On the geobotanical structure of Iran. *Bull. Res. Council, Israel*, **11D** suppl., 1-113.

12. LÁMINAS

LÁMINA I

- Fig. 1: Marchantiales. Mina de Sampsor, nivel 16, x 1.250.
Fig. 2: *Lycopodium* sp. Mina de Sanavastre, nivel G, x 1.250.
Fig. 3: *Lycopodium* sp. Can Vilella, nivel CV8, x 1.250.
Fig. 4: *Equisetum* sp. MNCNV-4830, Carretera de Bellver de Cerdanya a Pi, x 5.
Fig. 5a: Osmundaceae. Mina de Sanavastre, nivel Q. Aspecto completo de la espora al M.E.B.
Fig. 5b: Osmundaceae. Mina de Sanavastre, nivel Q. Detalle de la ornamentación al M.E.B.
Fig. 6: *Osmunda parschlugiana* (Unger) Andreánszky. MNCNV-260, Can Pilbre, x 1,5.
Fig. 7: Osmundaceae. Barranco de Salanca, muestra BS1, x 1.250.
Fig. 8: Tétrada de Osmundaceae. Mina de Sanavastre, nivel G, x 500.

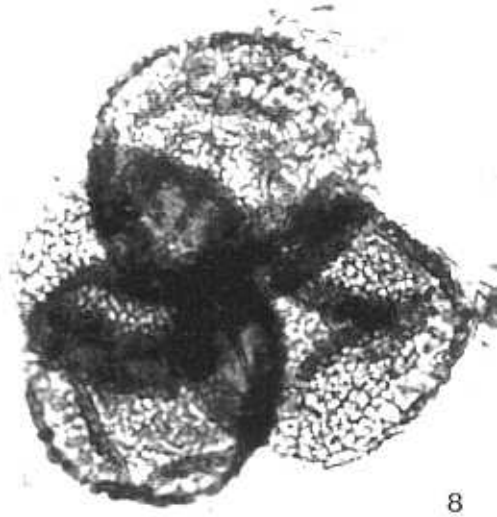
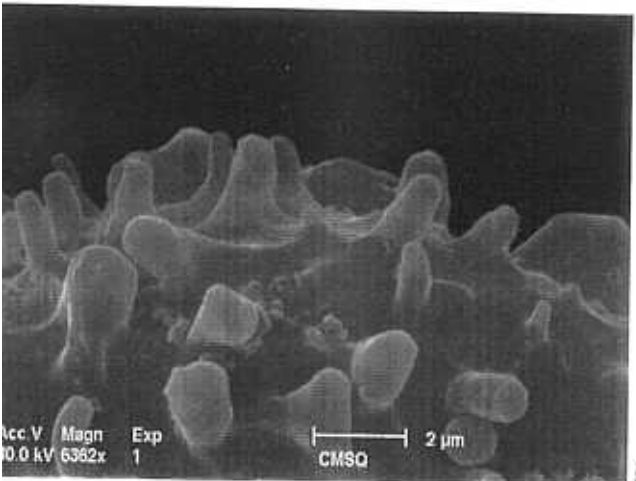
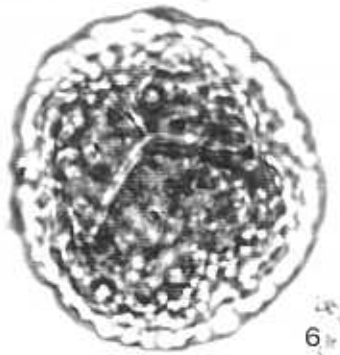
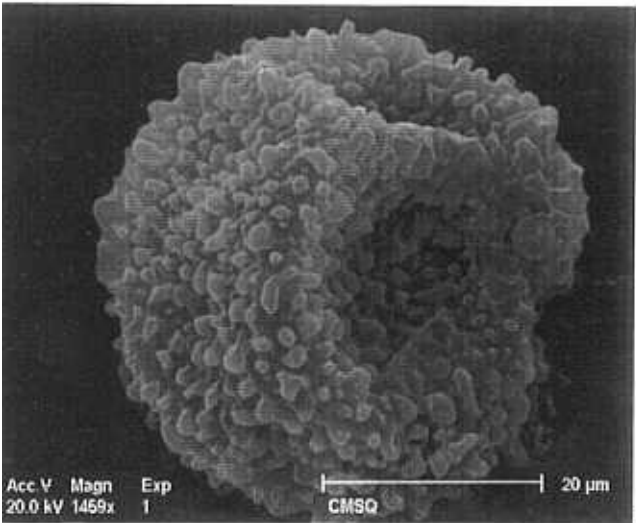
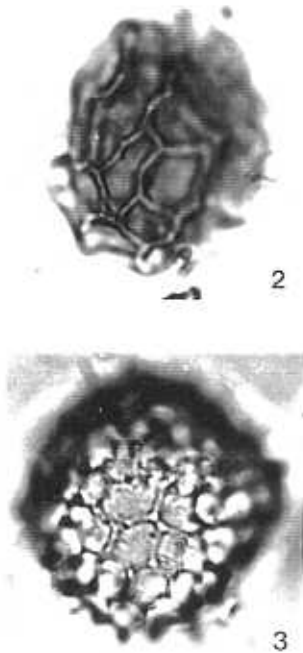
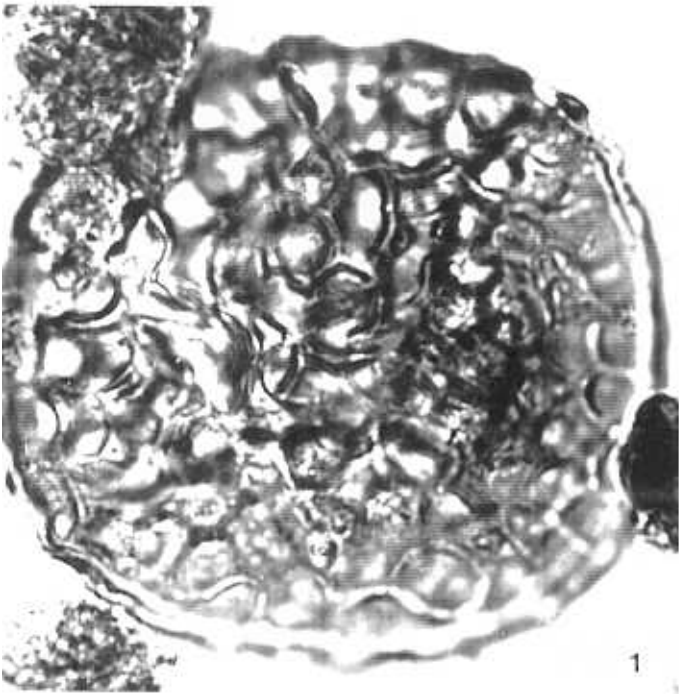
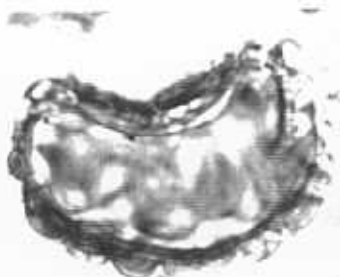


LÁMINA II

- Fig. 1: *Pteridium oeningense* (Unger) Hantke. CLLF-026, Coll de Saig, x10.
- Figs. 2a y b: Tipo *Polypodium*. Torrente de Vilella, muestra TV2, x 1.250.
- Fig. 3: *Polypodiaceoisorites* sp. Camino al Serrat de Nas, nivel de arenas, x 1.250.
- Fig. 4: *Polypodiaceoisorites* sp. Camino al Serrat de Nas, nivel de arenas, x 1.250.
- Fig. 5: *Laevigatosporites* sp. Torrente de Vilella, muestra TV1, x 1.250.
- Fig. 6: *Laevigatosporites* sp. Can Vilella, nivel CV5. Aspecto completo de la espora al M.E.B.
- Fig. 7: *Polypodisorites favus* (R. Pot.) R. Pot. Mina de Sampsor, nivel 12, x 1.250.
- Fig. 8: *Leiotriletes* sp. Mina de Sampsor, nivel 3, x 1.250.
- Fig. 9: *Converrucosisporites* sp. Vertedero de Sampsor, muestra 4, x 1.250.



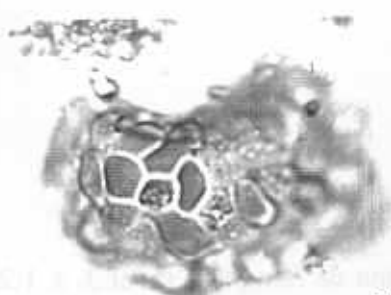
1



2a



3



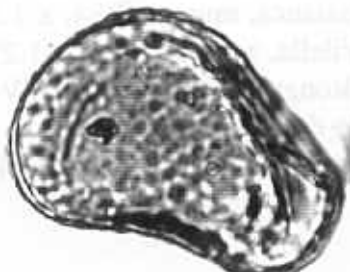
2b



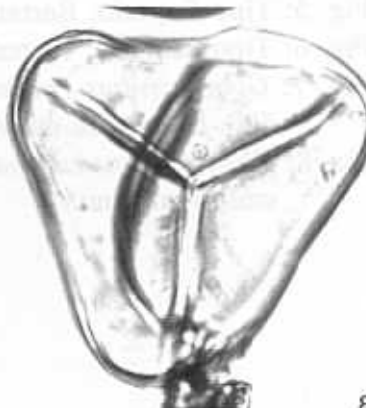
4



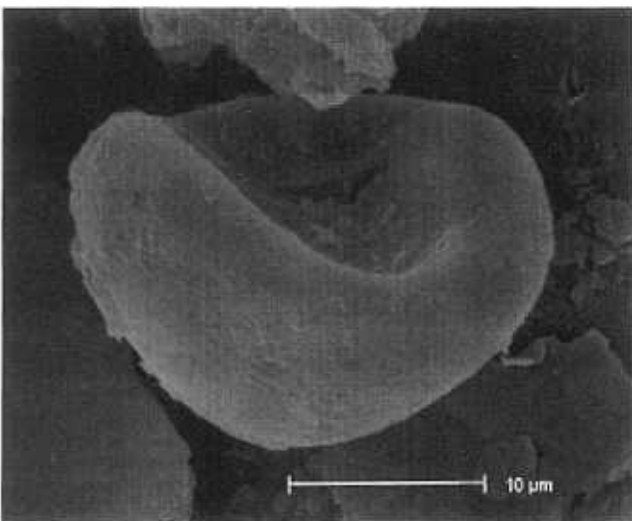
5



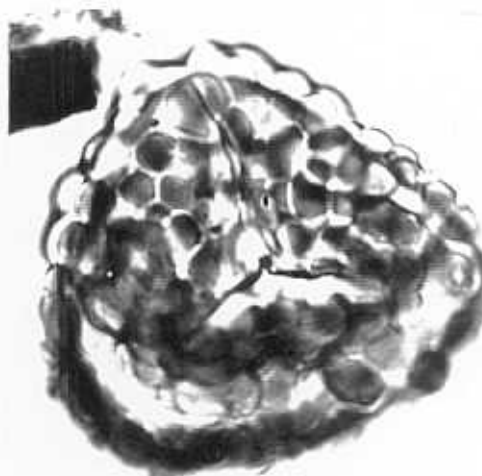
7



8



6



9

LÁMINA III

- Figs. 1a y b: *Sciadopitys* sp. Mina de Sampsor, nivel 3, x 1.250.
- Fig. 2: cf. *Cycadaceae*. Barranco de Salanca, muestra BS7, x 1.250.
- Fig. 3: Tipo *Taxodium*. Mina de Sampsor, nivel 19, x 1.250.
- Fig. 4: Tipo *Taxodium*. Mina de Sanavastre, nivel E. Aspecto completo del grano de polen al M.E.B.
- Fig. 5: Tipo *Sequoia*. Barranco de Salanca, muestra BS4, x 1.250.
- Fig. 6: Tipo *Sequoia*. Torrente de Vilella, muestra TV1, x 1.250.
- Fig. 7: *Glyptostrobus europaeus* (Brongniart) Heer. MNCNV-4800, Torrente de Vilella, x 500. Detalle de un fragmento de cutícula foliar.
- Fig. 8: *Glyptostrobus europaeus* (Brongniart) Heer. MNCNV-4802, Beders, x 1,5. Rama con cono femenino.

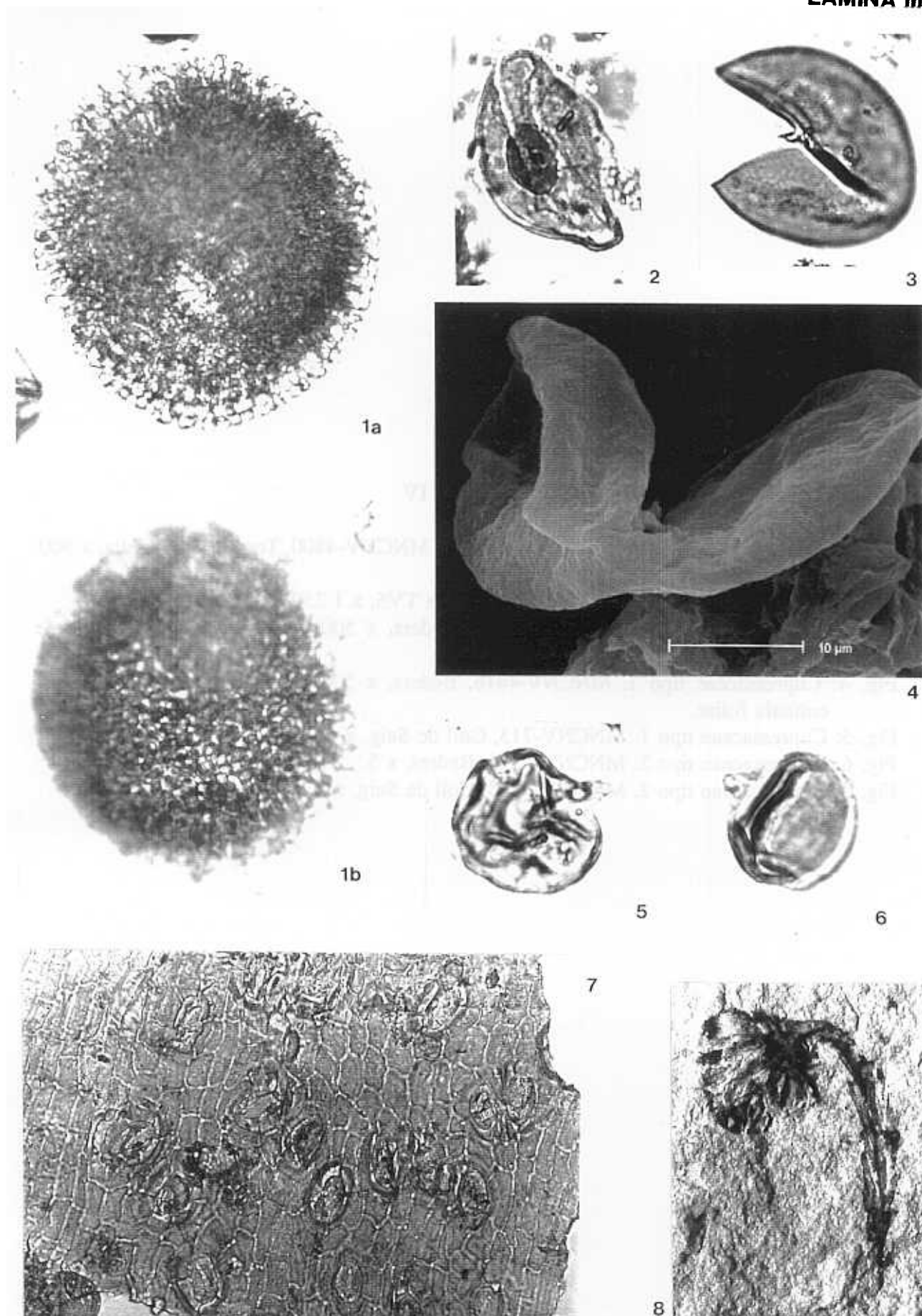
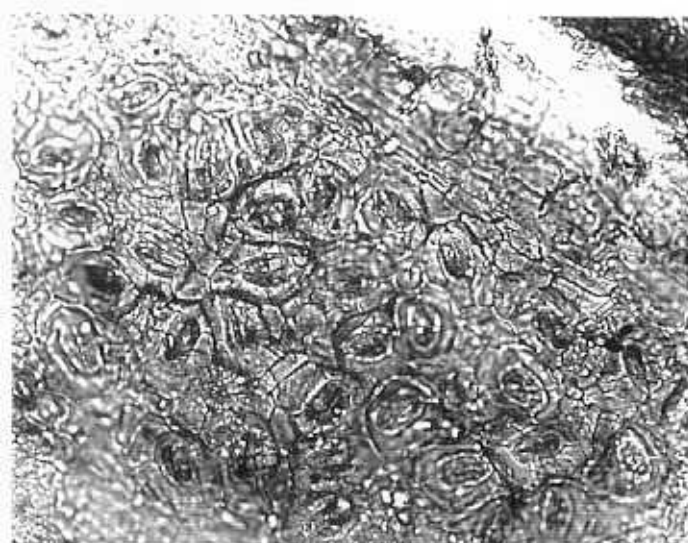


LÁMINA IV

- Fig. 1: *Glyptostrobus europaeus* (Brogniart) Heer. MNCNV-4800, Torrente de Vilella, x 500. Detalle de un fragmento de cutícula foliar.
- Fig. 2: Cupressaceae. Torrente de Vilella, muestra TV5, x 1.250.
- Fig. 3: Cupressaceae tipo 1. MNCNV-4816, Beders, x 500. Detalle de un fragmento de cutícula foliar con banda estomática.
- Fig. 4: Cupressaceae tipo 1. MNCNV-4816, Beders, x 500. Detalle de un fragmento de cutícula foliar.
- Fig. 5: Cupressaceae tipo 1. MNCNV-713, Coll de Saig, x 3.
- Fig. 6: Cupressaceae tipo 2. MNCNV-4814, Beders, x 5.
- Fig. 7: Cupressaceae tipo 2. MNCNV-4820, Coll de Saig, x 3.

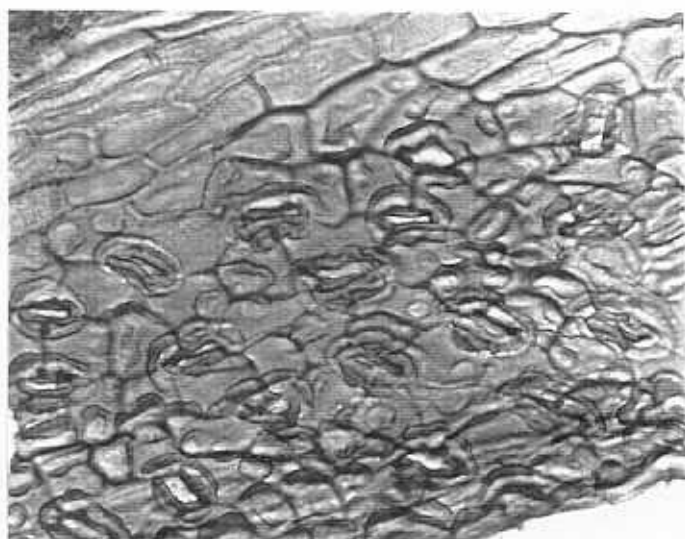
LÁMINA IV



1



2



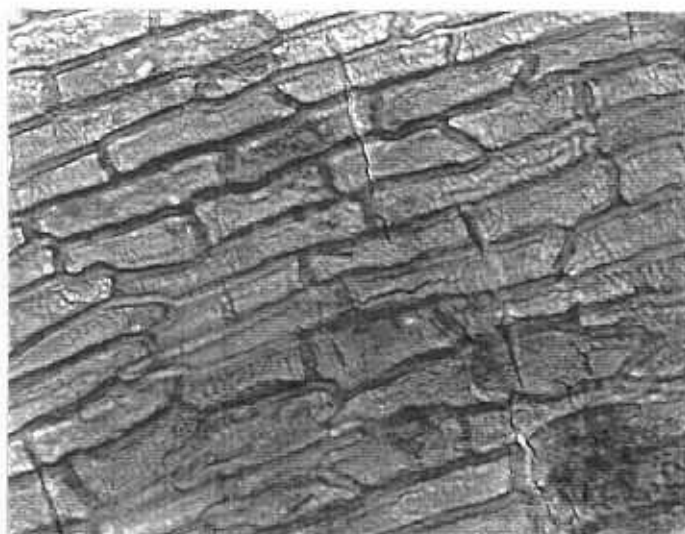
3



5



6



4



7

LÁMINA V

Fig. 1: *Juniperus* sp. MNCNV-310, x 3.

Fig. 2: *Abies* sp. Barranco de Salanca, muestra BS5, x 812.

Fig. 3: *Cathaya* sp. Beders, x 1.250.

Fig. 4: *Picea* sp. Barranco de Salanca, muestra BS7, x 1.250.

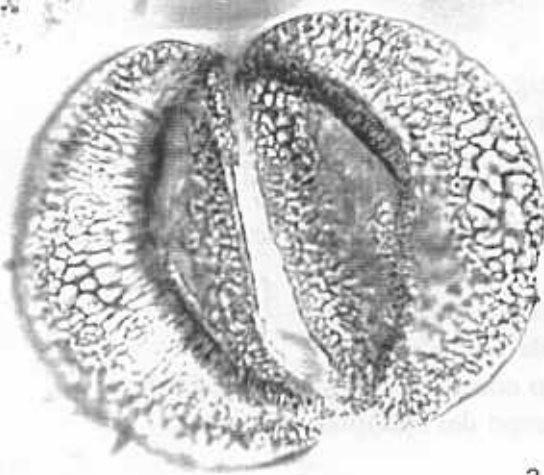
Fig. 5: *Cedrus* sp. barranco de Salanca, muestra BS7, x 1.250.



1



2



3



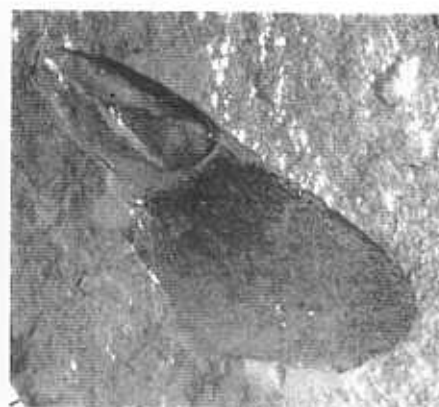
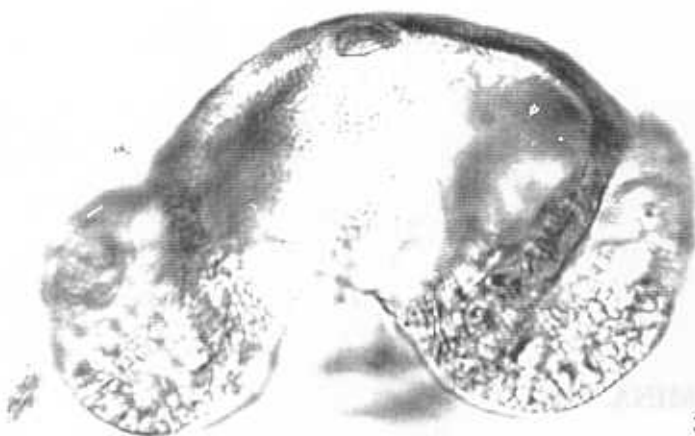
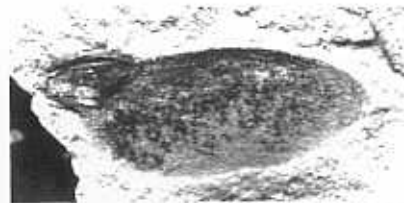
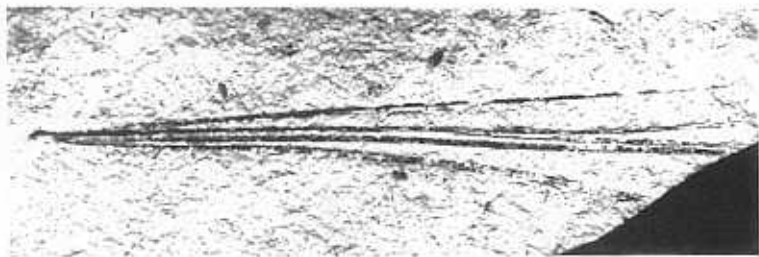
4



5

LÁMINA VI

- Fig. 1: *Pinus* sp. (Acículas). MNCNV s/n, Coll de Saig, x 1,5.
Fig. 2: aff. *Pinus* sp. (Semilla). MNCNV s/n, San Salvador, x 1,5.
Fig. 3: *Pinus* sp. (Grano de polen). Torrente de Vilella, muestra TV2, x 1.250.
Fig. 4: aff. *Abies* sp. (Semilla). MNCNV-309, x 2,6.
Fig. 5: *Pinus* sp. (Conjunto de conos masculinos). MNCNV-4750, camino de Balltarga a Bor, x 3.
Fig. 6: *Pinus* sp. (Escama tectriz). MNCNV-4757, Torrente de Vilella, x 1,5.
Fig. 7: Abietoideae tipo 2. MNCNV-4743, barranco de Salanca, x 1,5.
Fig. 8a: *Pinus* sp. Camino de Balltarga a Bor, aspecto completo del grano al M.E.B.
Fig. 8b: *Pinus* sp. detalle de la ornamentación del cuerpo del ejemplar anterior.



8a

8b

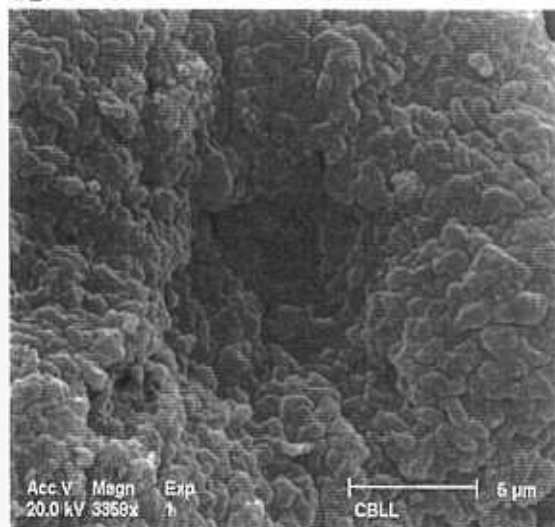
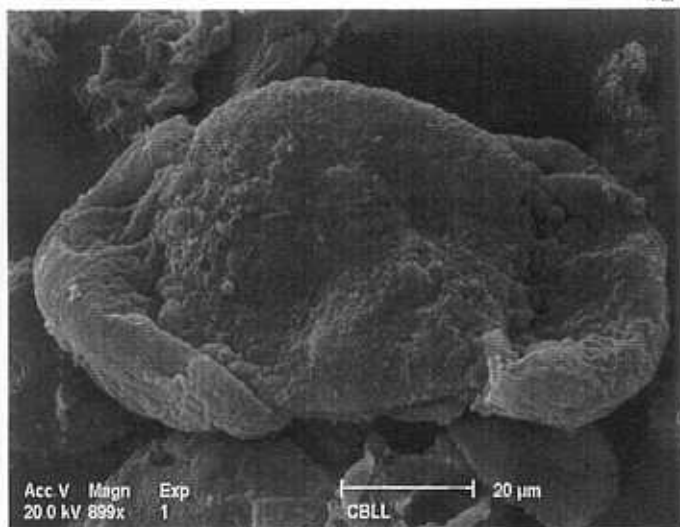


LÁMINA VII

Fig. 1: *Tsuga* sp. Beders, x 1.250.

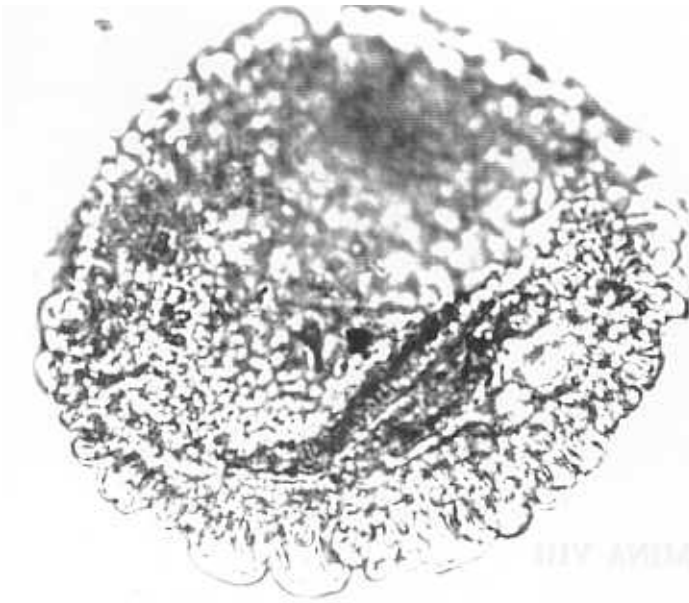
Fig. 2a: *Tsuga* sp. Riu de Sta. María, aspecto completo del grano al M.E.B.

Fig. 2b: *Tsuga* sp. detalle de la ornamentación del ejemplar anterior.

Fig. 3: *Tsuga moenana* Kirchheimer. MGM-48M, Coll de Saig, x 1.

Fig. 4: Abietoideae tipo 2. MGM-1011M, Coll de Saig, x 1.

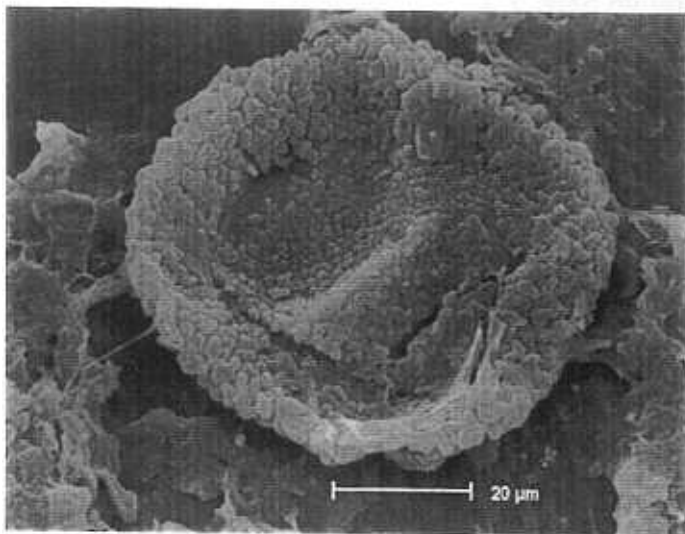
Fig. 5: aff *Cedrus* sp. MGM-182M, Coll de Saig, x 2.



1



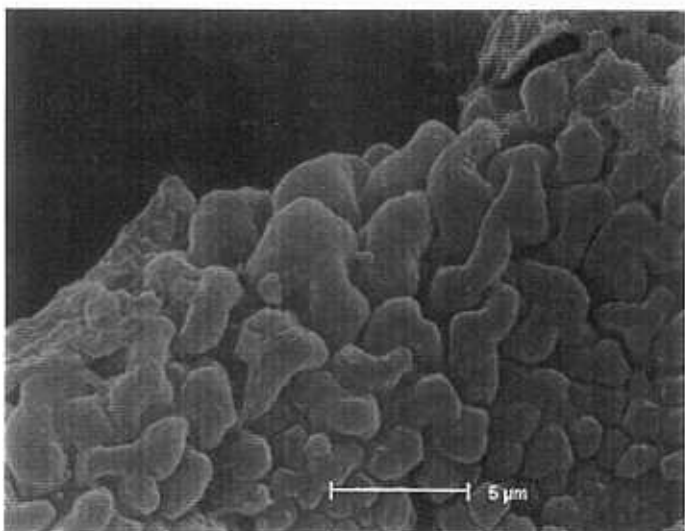
3



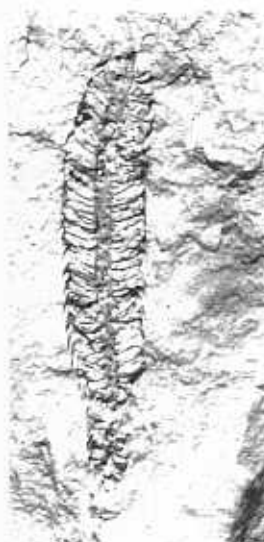
2a



4



2b



5

LÁMINA VIII

- Fig. 1: *Ephedra* sp. Mina de Sampsor, nivel 31, x 1.250.
Fig. 2: *Daphnogene* sp. MNCNV-4513, Coll de Saig, x 1.
Fig. 3: *Daphnogene* sp. MNCNV-4647, Coll de Saig, x 1.
Fig. 4: *Daphnogene eugeniae* sp. nov. MNCNV-4654, barranco de Salanca, x 1.
Fig. 5: *Daphnogene eugeniae* sp. nov. holotipo. MNCNV-4717, Beders, x 1.
Fig. 6: *Daphnogene eugeniae* sp. nov. (detalle de las células epidérmicas del haz). MNCNV-3063, camino de Balltarga a Bor, x 312.
Fig. 7: *Daphnogene eugeniae* sp. nov. (detalle de las células del envés). MNCNV-3063, camino de Balltarga a Bor, x 312.
Fig. 8: *Daphnogene eugeniae* sp. nov. (estomas). MNCNV-3063, camino de Balltarga a Bor, x 312.
Fig. 9: *Laurophyllum* sp. MNCNV-4637, Coll de Saig, x 1.
Fig. 10: cf. *Ocotea* sp. MGM-1071M, Coll de Saig, x 1.

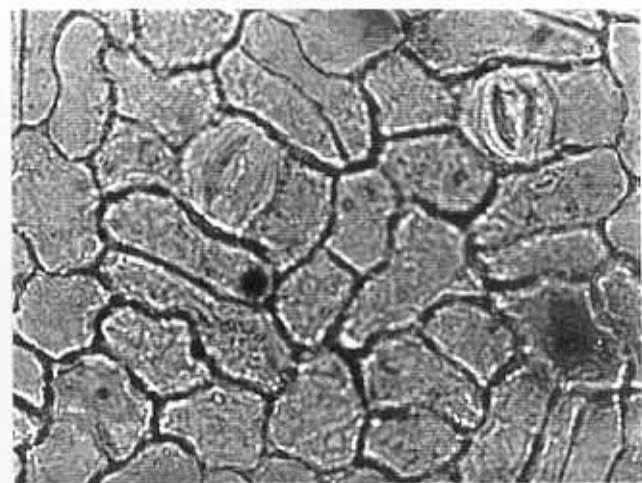
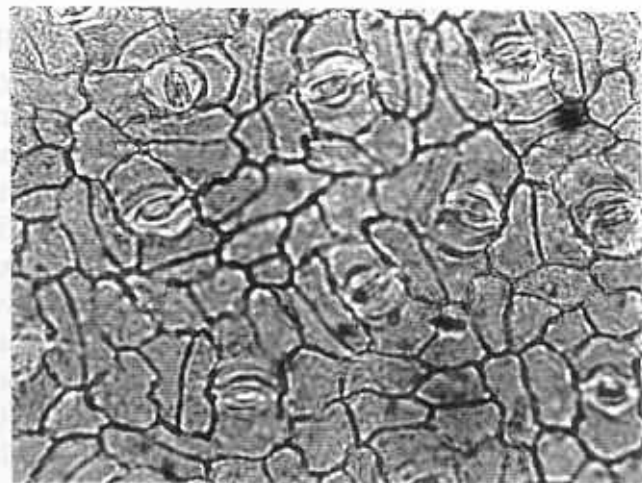
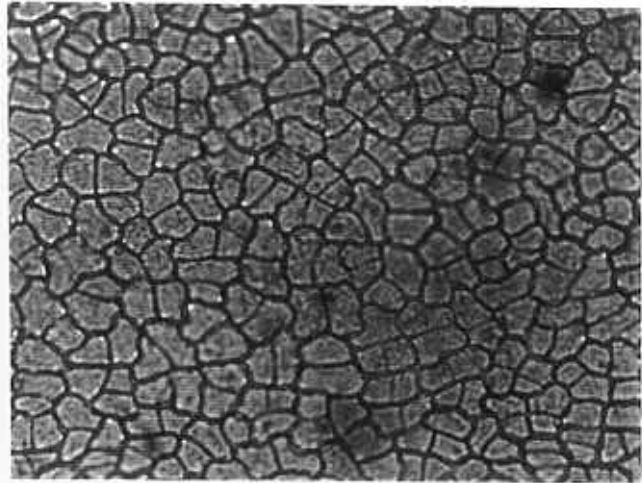


LÁMINA IX

- Fig. 1: *Persea princeps* (Heer) Schimper. MGBG-A-41, Coll de Saig, x 0,7.
Fig. 2: Nymphaeaceae. CQJ-002. Coll de Saig, x 0.4.
Fig. 3a y b: Nymphaeaceae. Vertedero de Sampsor, muestra 1, x 1.250.
Fig. 4: Berberidaceae. Torrente de Vilella, muestra TV3, x 1.250.
Fig. 5a, b y c: *Platanus* sp. Barranco de Salanca, muestra BS5, x 1.250.
Fig. 6: Ranunculaceae (tipo 2). Torrente de Vilella, muestra TV6, x 1.250.
Fig. 7a y b: Ranunculaceae (tipo 1). Beders, x 1.250.
Fig. 8: *Liquidambar* sp. Mina de sampsor, nivel 21, x 1.250.
Fig. 9: cf *Parrotia* sp. Torrente de Vilella, muestra TV4, x 1.250.
Fig. 10: Hamamelidaceae. MNCNV-4583, Torrente de Vilella, x 1.
Fig. 11: Ranunculaceae (tipo 3). Prats, x 1.250.
Fig. 12: cf. *Ranunculus* sp. MNCN s/n, San Salvador, x 1,5.

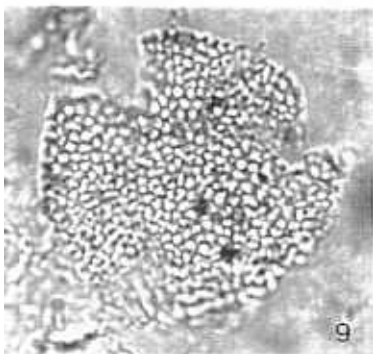
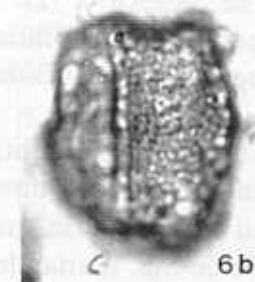
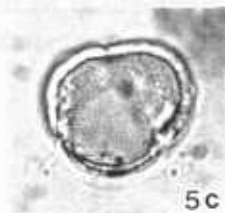
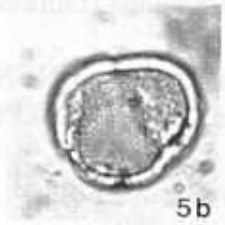
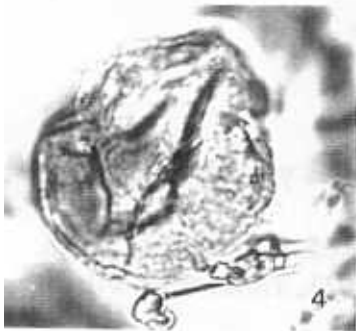
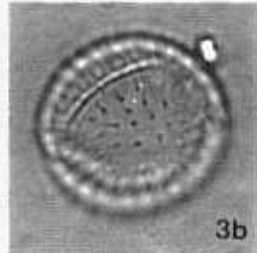
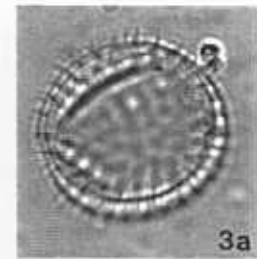
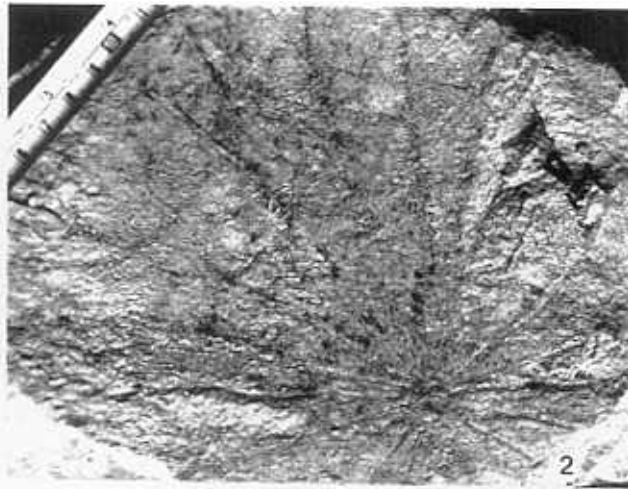
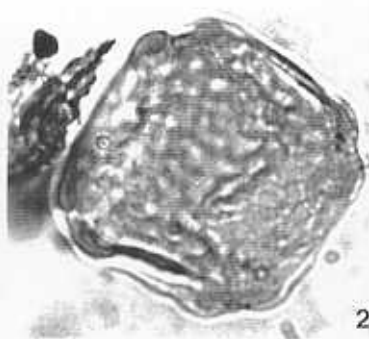


LÁMINA X

- Fig. 1: *Ulmus* sp. (sámara). MNCNV-304, Coll de Saig, x 2.
- Fig. 2: *Ulmus-Zelkova*. Barranco de Salanca, muestra BS5, x 1.250.
- Fig. 3: *Ulmus-Zelkova*. Mina de Sampsor, nivel 31, x 1.250.
- Fig. 4: *Celtis* sp. Can Vilella, nivel 9, x 1.250.
- Fig. 5: *Ulmus* sp. (hoja). MNCNV-4513, Coll de Saig, x 0,8.
- Fig. 6: *Zelkova zelkovaefolia* (Unger) Bůžek et Kotlaba (rama con hojas y frutos). MNCNV-4525, barranco de Salanca, x 1,5.
- Fig. 7: *Zelkova zelkovaefolia* (Unger) Bůžek et Kotlaba. MNCNV-4465, Coll de Saig, x 1,5.
- Fig. 8: *Zelkova zelkovaefolia* (Unger) Bůžek et Kotlaba. MNCNV-4523, Torrente de Vilella, x 1,5.
- Fig. 9: *Engelhardia* sp. Mina de Sampsor, nivel 9, x 1.250.
- Fig. 10: *Carya* sp. Mina de Sampsor, nivel 1, x 1.250.
- Fig. 11a: *Carya* sp. Riu de Sta. María, grano completo al M.E.B.
- Fig. 11b: *Carya* sp. Riu de Sta. María, detalle de la ornamentación del ejemplar anterior al M.E.B.



1



2



3



4



5



6



7



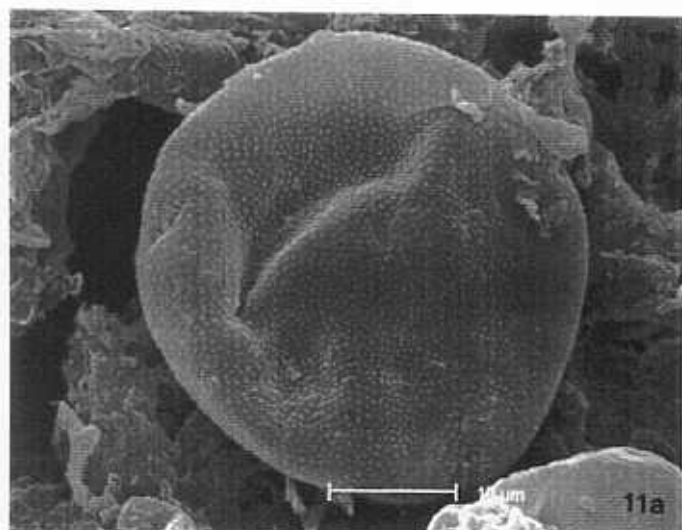
8



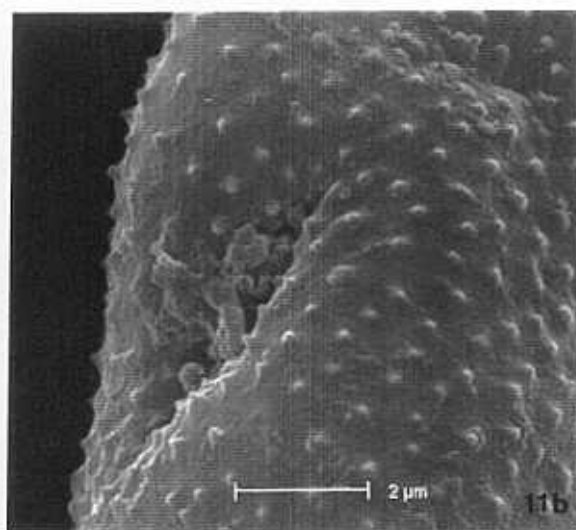
10



9



11a



11b

LÁMINA XI

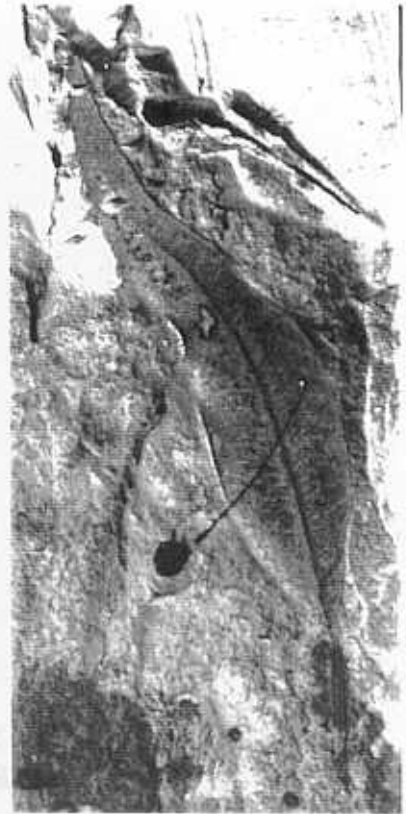
- Fig. 1: *Juglans* sp. San Salvador, x 1.250.
Fig. 2: *Juglans* sp. Barranco de Salanca, muestra BS7, x 1.250.
Fig. 3: *Myrica* sp. Barranco de Salanca, muestra BS7, x 1.250.
Fig. 4: Juglandaceae. MNCNV-4600, Beders, x 1.
Fig. 5: *Myrica lignitum* (Unger) Saporta. MNCNV-4558, camino de Balltarga a Bor, x 1.
Fig. 6: *Myrica marginalis* Heer. MGBV-9523, Coll de Saig, x 2.
Fig. 7: cf. *Castanea* sp. CMV s/n, barranco de Salanca, x 1,5.
Fig. 8: *Platycarya* sp. Mina de Sampsor, nivel 18, x 1.250.
Fig. 9: *Pterocarya* sp. Camino al serrat de Nas, nivel de lutitas, x 1.250.
Fig. 10: *Fagus* sp. Torrente de Vilella, muestra TV1, x 1.250.
Fig. 11: *Fagus* sp. Barranco de Salanca, muestra BS6, x 1.250.



1



2



6



3



4



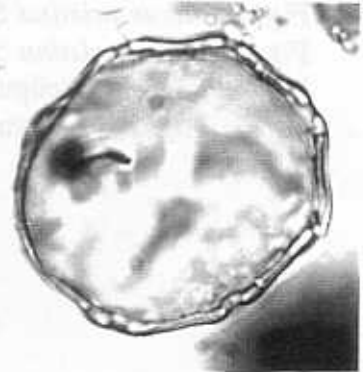
5



7



8



9



10



11

LÁMINA XII

Fig. 1a: *Fagus* sp. Riu de Sta. María, grano completo al M. E. B.

Fig. 1b: *Fagus* sp. Riu de Sta. María, detalle de la ornamentación del ejemplar anterior al M. E. B.

Fig. 2: *Fagus gussonii* Massalongo. MNCNV-3043, Coll de Saig, x1.

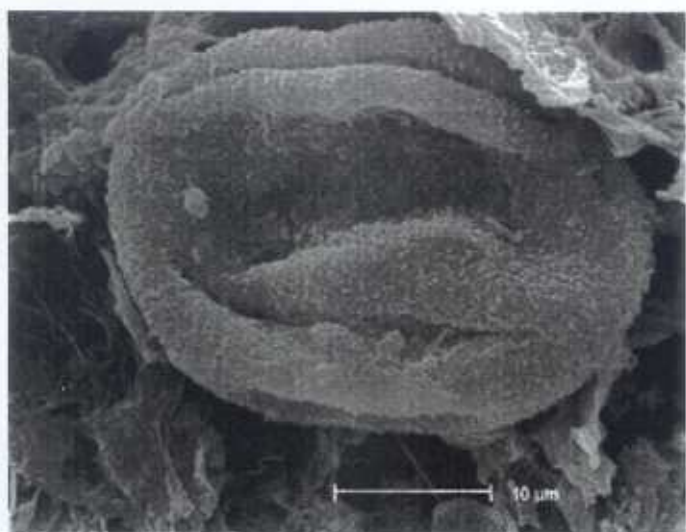
Fig. 3: *Fagus gussonii* Massalongo. MGBV-9845, barranco de Salanca, x 1,7.

Fig. 4: *Fagus pristina* Saporta. MGBV-9479, Pedró, x 1.

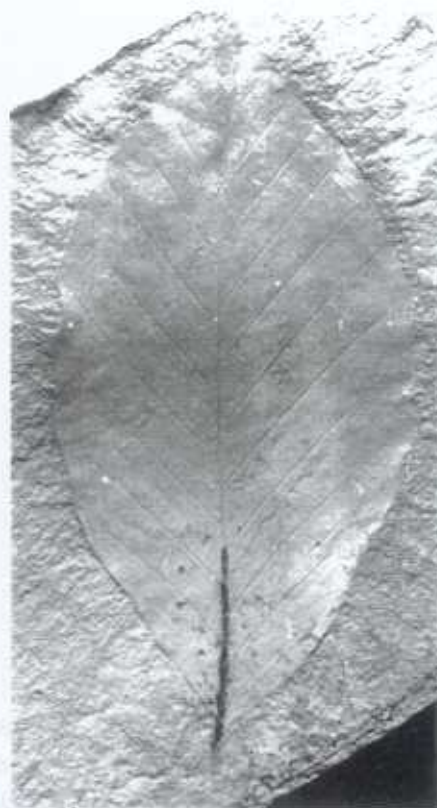
Fig. 5: *Fagus pristina* Saporta. MNCNV-4423, Beders, x 1.

Fig. 6: *Fagus* sp. (cúpula). MNCNV-104, Coll de Saig, x 2.

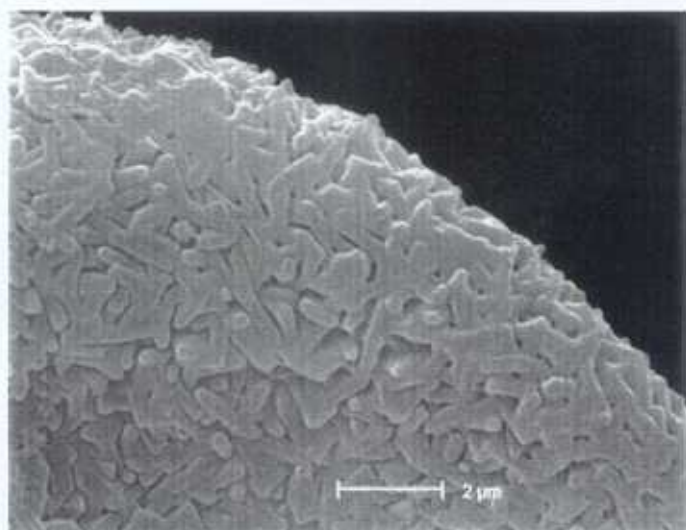
Fig. 7: *Fagus* sp. (hayuco). MNCNV- 4428, Coll de Saig, x 5.



1a



2



1b



3



4



5



6



7

LÁMINA XIII

- Fig. 1: *Fagus gussonii* Massalongo (detalle de células epidérmicas del nervio medio). MNCNV-3541, barranco de Salanca, x 500.
- Fig. 2: *Quercus* sp. (tipo 2). Barranco de Salanca, muestra BS7, x 1.250.
- Fig. 3: *Quercus* sp. (tipo 1). Beders, x 1.250.
- Fig. 4: *Quercus* sp. (tipo 4). Barranco de Salanca, muestra BS1, x 1.250.
- Fig. 5: *Quercus* sp. (tipo 5). Barranco de Salanca, muestra BS1, x 1.250.
- Fig. 6: *Quercus myrsinaefolia* Bl. (detalle del envés), x 500.
- Fig. 7: *Quercus drymeja* Unger (detalle del envés). MNCNV-4297, Beders, x 500.
- Fig. 8a: *Quercus* sp. (tipo 1) grano completo al M.E.B. Riu de Sta. María.
- Fig. 8b: *Quercus* sp. (tipo 1) detalle de la ornamentación del ejemplar anterior al M.E.B.



1



2



3



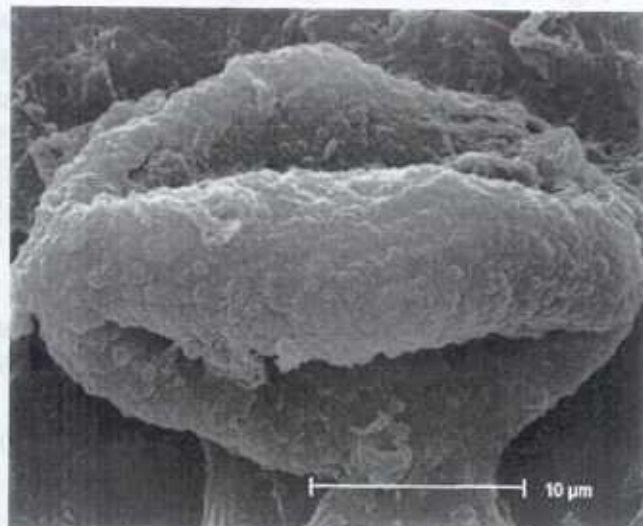
4



5



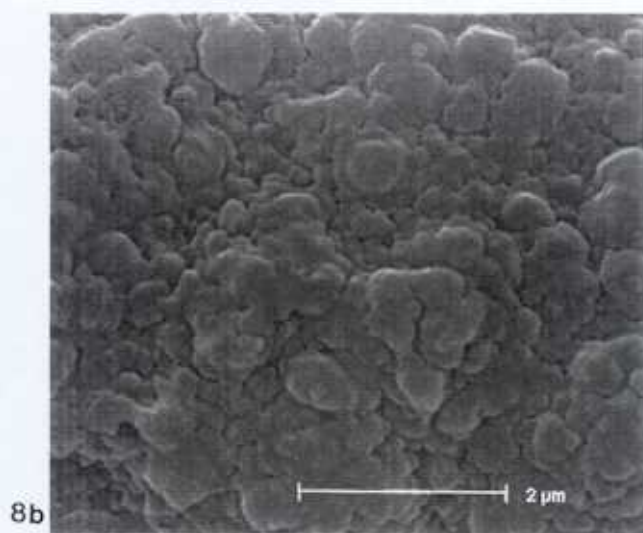
6



8a



7



8b

LÁMINA XIV

- Fig. 1: *Quercus drymeja* Unger. MNCNV-4289, Coll de Saig, x 1.
Fig. 2: *Quercus drymeja* Unger. MNCNV-4294, Coll de saig, x 1.
Fig. 3: *Quercus hispanica* Rérolle. MNCNV-376, x 1.
Fig. 4: *Quercus hispanica* Rérolle. MNCNV s/n, Torrente de Vilella, x 1.
Fig. 5: *Quercus mediterranea* Unger. MGBV-9878, Beders, x 3,2.
Fig. 6: *Alnus occidentalis* Rérolle. MNCNV-4371, torrente de Vilella, x 1.
Fig. 7: *Alnus occidentalis* Rérolle. MNCNV-4360, torrente de Vilella, x 1.
Fig. 8: *Alnus* sp. Torrente de Vilella, muestra TV3, x 1.250.
Fig. 9: *Alnus* sp. San Salvador, x 1.250.
Fig. 10: *Alnus* sp. Torrente de Vilella, muestra TV2, x 1.250.
Fig. 11: *Alnus occidentalis* Rérolle (amentó ♂). MNCNV-4713, barranco de Salanca, x 1.
Fig. 12: *Alnus occidentalis* Rérolle (amentó ♀). MNCNV-4364, barranco de Salanca, x 1.



1



2



3



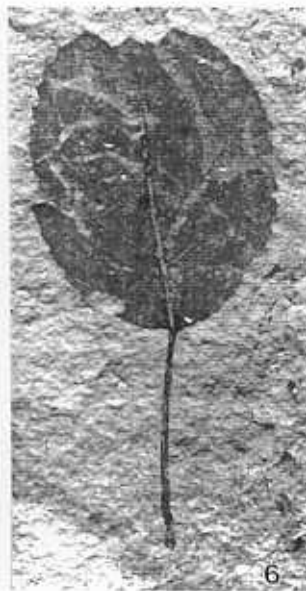
7



4



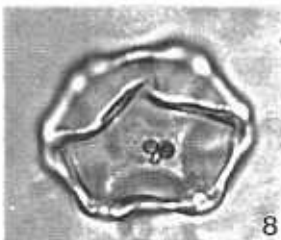
5



6



11



8



9



10



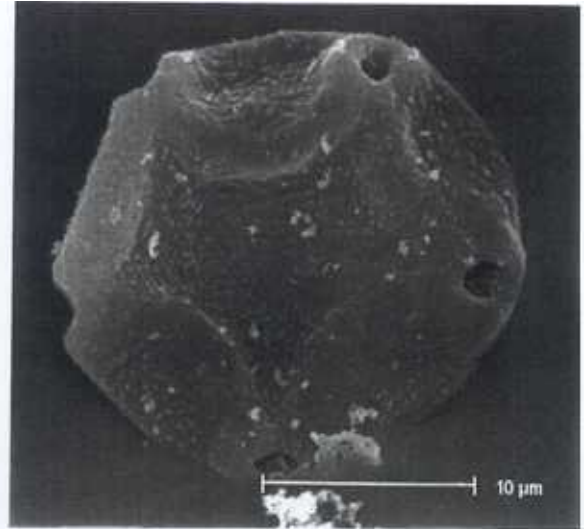
12

LÁMINA XV

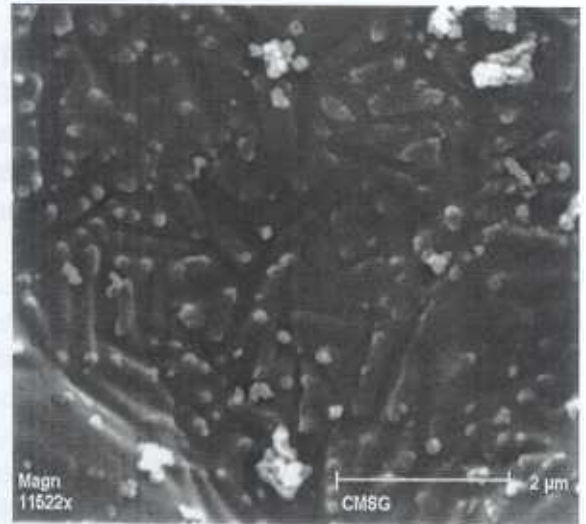
- Fig. 1: *Betula insignis* Gaudin (hoja). CJQ-023, x 1.
Fig. 2: *Betula insignis* Gaudin (fruto). MNCNV-4492, barranco de Salanca, x 5.
Fig. 3a: *Alnus* sp. (aspecto de un grano de polen al M. E. B). Mina de Sanavastre, nivel G.
Fig. 3b: *Alnus* sp. (detalle de la ornamentación del ejemplar anterior). Mina de snavastre, nivel G.
Fig. 4: *Corylus* sp. CJQ-006, Coll de Saig, x 1.
Fig. 5: *Corylus* sp. Mina de Sampsor, nivel 31, x 1.250.
Fig. 6: *Corylus* sp. (aspecto de un grano de polen al M. E. B.). Riu de Sta. María.
Fig. 7: *Carpinus* sp. Vertedero de Sampsor, muestra 3, x 1.250.
Fig. 8: *Betula* sp. Barranco de Salanca, muestra BS5, x 1.250.



1



3a



3b



4



2



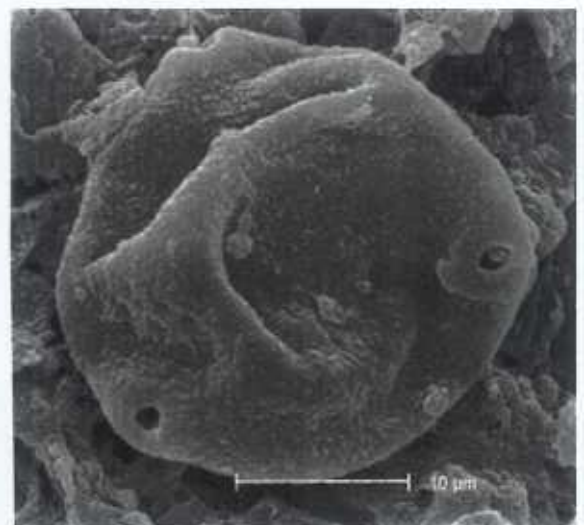
8



7



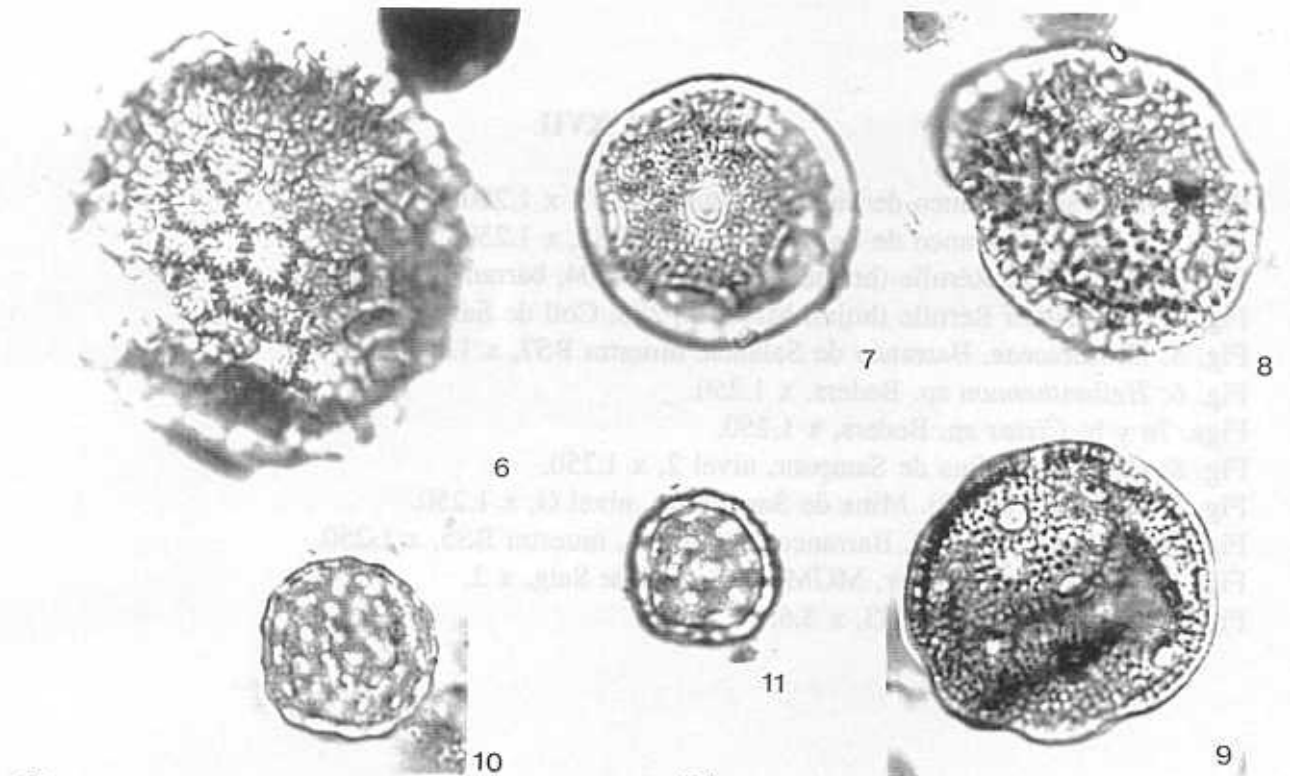
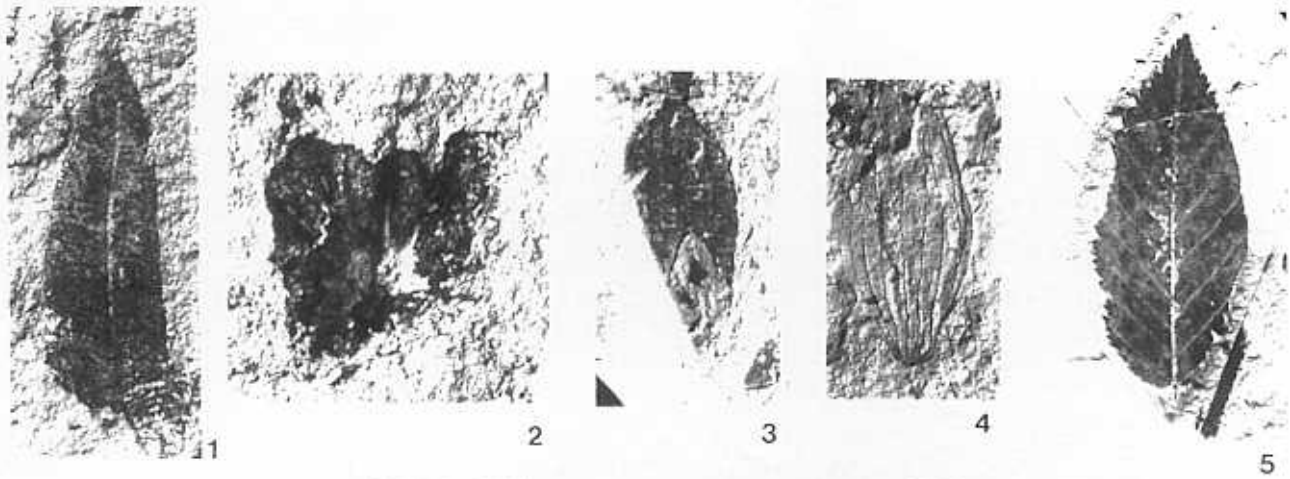
5



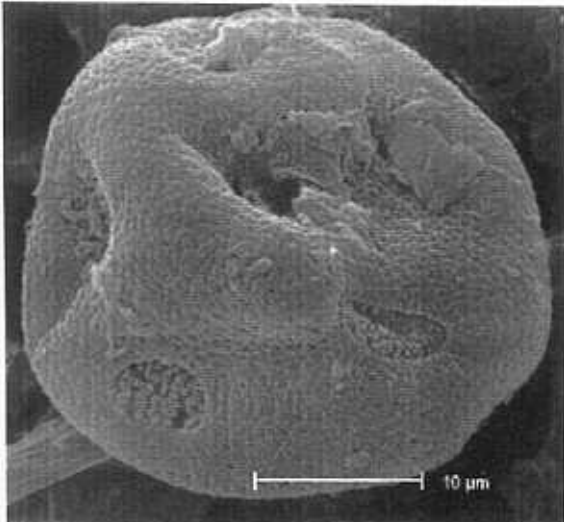
6

LÁMINA XVI

- Fig. 1: *Carpinus grandis* Unger emend. Heer. MNCNV s/n, Riu de Sta. María, x 3.
Fig. 2: *Carpinus neilreichii* Kováts. MNCNV-4509, Beders, x 5.
Fig. 3: *Ostrya* sp. MNCNV-4491, barranco de Salanca, x 2,5.
Fig. 4: *Ostrya* sp. MNCNV-4512, torrente de Vilella, x 2,5.
Fig. 5: Betulaceae, MNCNV-4507, barranco de Salanca, x 1.
Fig. 6: *Polygonum* sp. Beders, x 1.250.
Fig. 7: Caryophyllaceae (tipo 4). ??, x 1.250.
Fig. 8: Caryophyllaceae (tipo 2). Torrente de Vilella, muestra TV1, x 1.250.
Fig. 9: Caryophyllaceae (tipo 1). Mina de Sampor, nivel XXI, x 1.250.
Fig. 10: Amaranthaceae-Chenopodiaceae. Beders, x 1.250.
Fig. 11: Amaranthaceae-Chenopodiaceae. Torrente de Vilella, muestra TV3, x 1.250.
Fig. 12a: Caryophyllaceae (tipo 4), grano de polen al M. E. B. Riu de Sta. María.
Fig. 12b: Caryophyllaceae (tipo 4), detalle de un poro del ejemplar anterior. Riu de Sta. María.



12a



12b

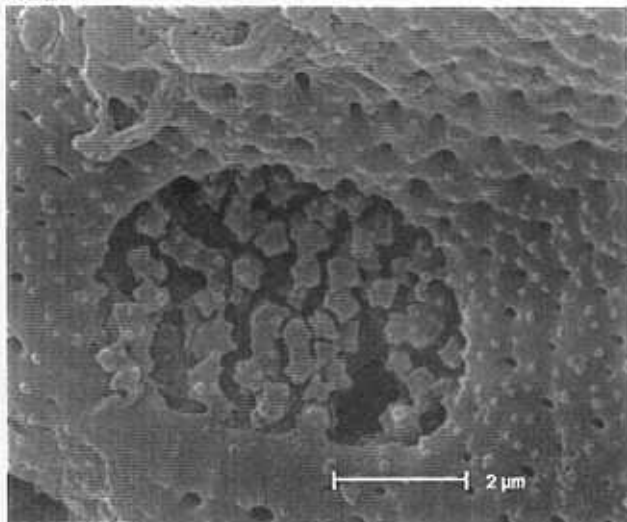


LÁMINA XVII

- Fig. 1: *Tilia* sp. Barranco de Salanca, muestra BS7, x 1.250.
Fig. 2: *Tilia* sp. Barranco de Salanca, muestra BS4, x 1.250.
Fig. 3: *Tilia vidali* Rérolle (bráctea). MNCNV-4704, barranco de Salanca, x 1.
Fig. 4: *Tilia vidali* Rérolle (hoja). MNCNV-288, Coll de Saig, x 1.
Fig. 5: Droseraceae. Barranco de Salanca, muestra BS7, x 1.250.
Fig. 6: *Helianthemum* sp. Beders, x 1.250.
Figs. 7a y b: *Cistus* sp. Beders, x 1.250.
Fig. 8: Cistaceae. Mina de Sampsor, nivel 2, x 1.250.
Fig. 9: *Salix* sp. (tipo 2). Mina de Sanavastre, nivel G, x 1.250.
Fig. 10: *Salix* sp. (tipo 1). Barranco de Salanca, muestra BS5, x 1.250.
Fig. 11: *Salix lavateri* Heer, MGM-48M, Coll de Saig, x 2.
Fig. 12: *Salix* sp., CLLF-033, x 3,6.

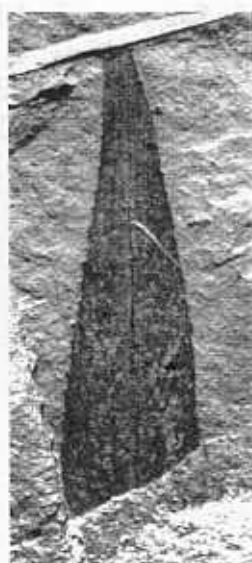
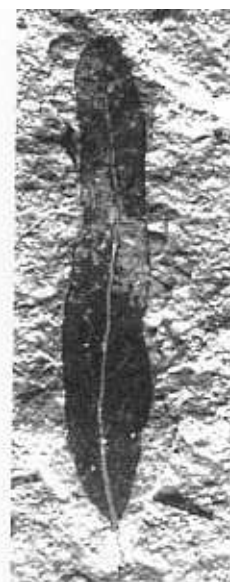
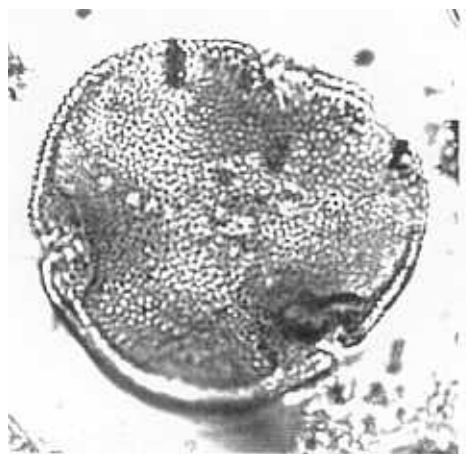


LÁMINA XVIII

- Fig. 1: *Populus tremulaefolia* Saporta. MGBV-9494, torrente de Vilella, x 0,7.
Fig. 2: cf. *Salix* sp., MNCNV-460, Pedró, x 1,5.
Fig. 3: Myrsiniaceae. MNCNV-4859, Coll de Saig, x 1,5.
Figs 4a y b: *Salix* sp. (tipo 1). Carretera de Bellver de Cerdanya a Pi, x 1.250.
Fig. 5: *Primula* sp. Barranco de Salanca, muestra BS7, x 1.250.
Fig. 6: Brassicaceae. MNCNV-762, x 1.
Fig. 7: Clethraceae-Cyrtillaceae. Mina de Sanavastre, muestra G, x 1.250.
Fig. 8: Sapotaceae. Beders, x 1.250.
Fig. 9: Sapotaceae. Mina de Sampsor, nivel 11, x 1.250.
Fig. 10: Ericaceae. Beders, x 1.250.
Fig. 11: Ericaceae. Mina de Sampsor, nivel 31, x 1.250.
Fig. 12: Rosaceae. Carretera de Bellver de Cerdanya a Pi, x 1.250.



1



2



3



4a



4b



5



6



7



8



9



10



11



12a



12b

LÁMINA XIX

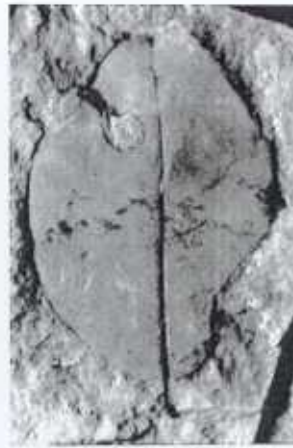
- Fig. 1a: *Caesalpinia* sp. MNCNV-337, Prats, x 3.
Fig. 1b: *Caesalpinia* sp. MNCNV-337, detalle de la zona apical, x 6.
Fig. 2: Fabales (tipo 2, foliolo). MNCNV-334, Coll de Saig, x 1,5.
Figs. 3a y b: tipo *Ononis* sp. Beders, x 1.250.
Fig. 4: Fabales (tipo 1, foliolo). MGM-1084M, Coll de Saig, x 2.
Fig. 5: tipo *Robinia* sp. Beders, x 1.250.
Fig. 6: tipo *Acacia* sp. Torrente de Vilella, muestra TV7, x 1.250.
Fig. 7: Fabales (tipo 5, legumbre), CJQ-014, Coll de Saig, x 1.
Fig. 8: cf. *Protea lingulata* Heer. MNCNV-690, barranco de Salanca, x 1,5.
Figs. 9a y b: *Myriophyllum* sp. Torrente de Vilella, muestra TV1, x 1.250.
Fig. 10: *Elaeagnus* sp. Mina de Sampsor, nivel 13, x 1.250.
Fig. 11: Fabales (tipo 4, legumbre). CJQ-013, Coll de Saig, x 2,5.
Fig. 12: Fabales (tipo 3, legumbre). MNCNV-4699, barranco de Salanca, x 2,5.



1a



1b



2



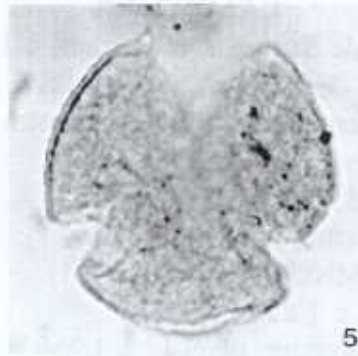
3a



3b



4



5



6



8



7



9a



9b



10



11



12

LÁMINA XX

- Fig. 1: *Epilobium* sp. Vertedero de Sampsor, muestra 3, x 1.250.
Figs. 2a y b: *Nyssa* sp. Barranco de Salanca, muestra BS7, x 1.250.
Figs. 3a y b: Thymelaeaceae. Barranco de Salanca, muestra BS4, x 1.250.
Fig. 5: *Cornus* sp. Mina de Sanavastre, nivel J, x 1.250.
Fig. 6: *Cornus* sp. MNCNV-4701, Coll de Saig, x 1,5.
Fig. 7: *Trapa* sp. Mina de sanavastre, nivel B, x 813.
Fig. 8: *Trapa ceretana* Rérolle. MNCNV-287, Alp, x 1.
Figs. 9a y b: *Buxus* sp1. Beders, x 1.250.
Fig. 10: Viscaceae. Mina de Sanavastre, nivel L, x 1.250.
Fig. 11: *Ilex* sp. Oliá 2, x 1.250.
Fig. 12: *Buxus* sp2. Beders, x 1.250.
Fig. 13: *Buxus pliocenica* Saporta & Marion. MNCNV-4696, camino de Balltarga a Bor, x 2,5.
Fig. 14: *Buxus pliocenica* Saporta & Marion. MNCNV-716, x 2.

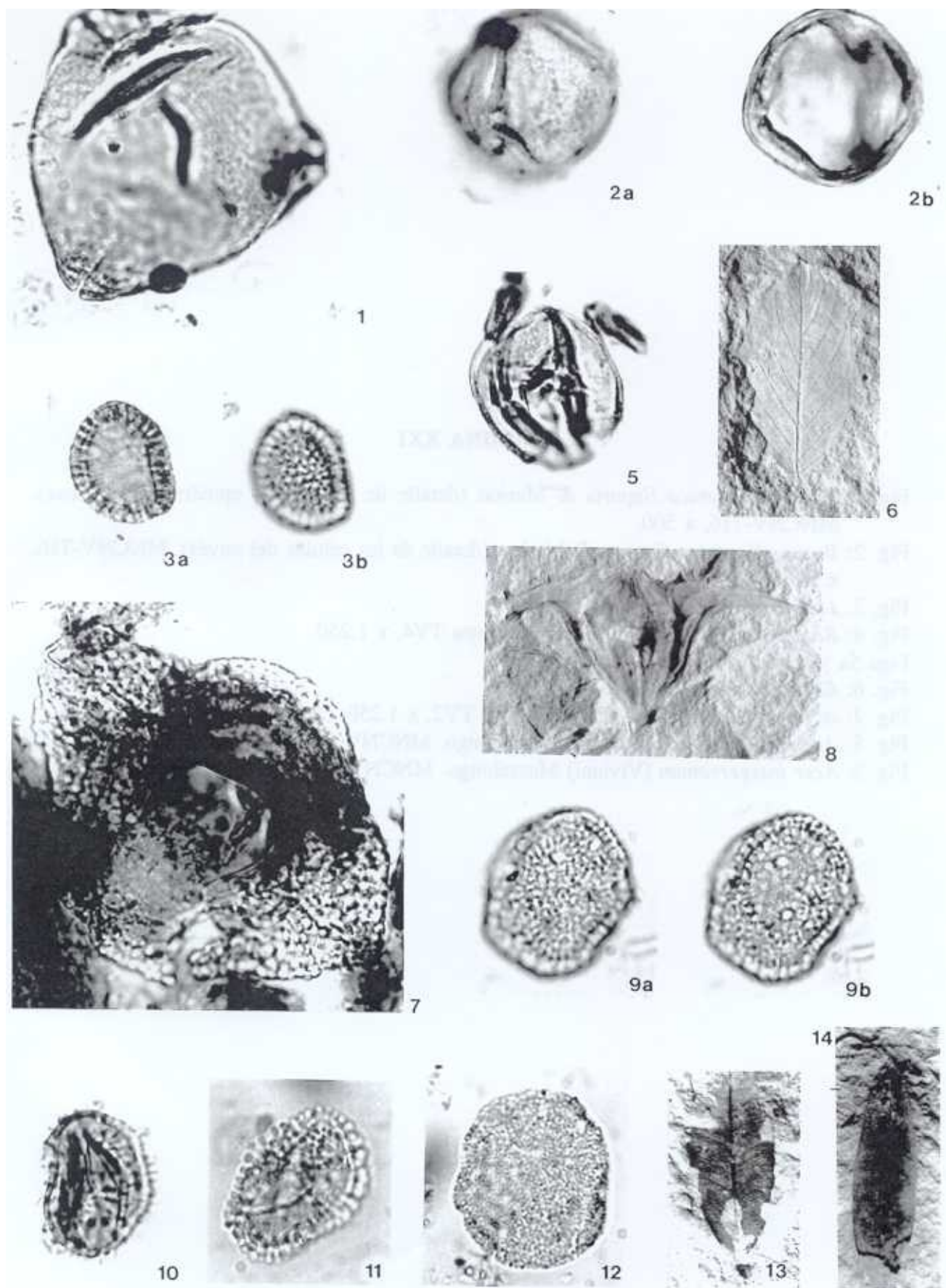
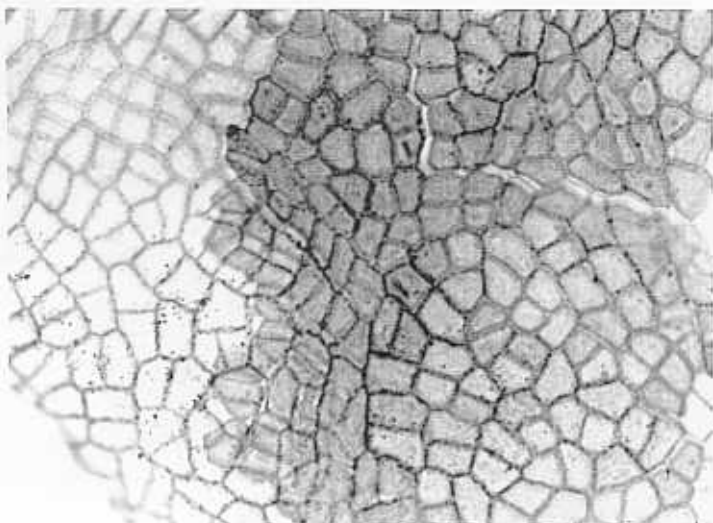
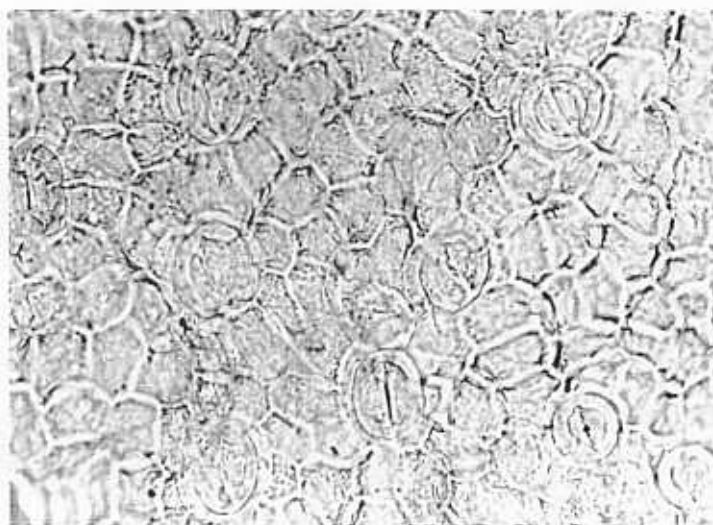


LÁMINA XXI

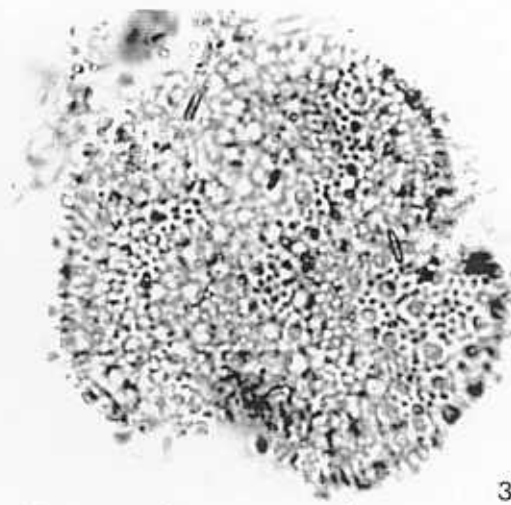
- Fig. 1: *Buxus pliocenica* Saporta & Marion (detalle de las células epidérmicas del haz). MNCNV-716, x 500.
- Fig. 2: *Buxus pliocenica* Saporta & Marion (detalle de las células del envés). MNCNV-716, x 500.
- Fig. 3: *Linum* sp. Beders, x 1.250.
- Fig. 4: *Ramnus* sp. Torrente de Vilella, muestra TV4, x 1,250.
- Figs 5a y b: *Frangula* sp. Beders, x 1.250.
- Fig. 6: *Euphorbia* sp. Beders, x 1.250.
- Fig. 7: *Acer* sp. Torrente de Vilella, muestra TV2, x 1.250.
- Fig. 8: *Acer integerrimum* (Viviani) Massalongo. MNCNV s/n, Torrente de Vilella, x 1,5.
- Fig. 9: *Acer integerrimum* (Viviani) Massalongo. MNCNV-3289, Torrente de Vilella, x 1,5.



1



2



3



4



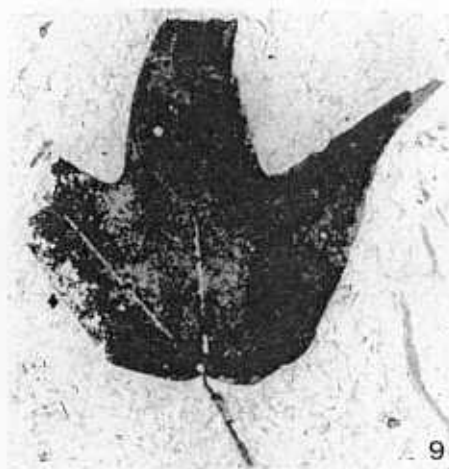
5a



5b



8



9

LÁMINA XXII

- Fig. 1: *Acer pyrenaicum* Rérolle. MGBV-9504, Coll de Saig, x 0,9.
Fig. 2: *Acer pyrenaicum* Rérolle. MNCNV s/n, torrente de Vilella, x 1,5.
Fig. 3: *Acer pyrenaicum* Rérolle (sámara). MNCNV-708, Coll de Saig, x 1,5.
Fig. 4: *Acer* sp. (sámara). MNCNV-3290, torrente de Vilella, x 1.5.
Fig. 5: *Acer subcampestre* Goeppert. MGBG-A-92, Coll de Saig, x 1,5.
Figs. 6a y b: *Hedera* sp. Mina de Sanavastre, nivel G, x 1.250.
Fig. 7: *Parthenocissus* sp. Mina de Sampsor, nivel 11, x 1.250.
Fig. 8: *Acer* sp. (flor). MNCNV-303, x 5.
Fig. 9: aff. *Cedrela* sp. MNCNV-4460, Coll de Saig, x 1.



1



3



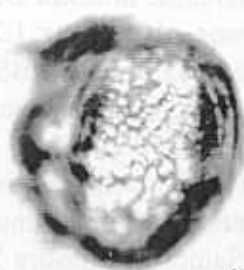
4



7



2



6a



6b



5



8



9

LÁMINA XXIII

- Figs. 1 a y b: *Geranium* sp. Mina de Sanavastre, nivel C, x 1.250.
Fig. 2: aff. *Aralia* sp. MGSB-48472, Coll de Saig, x 1.
Fig. 3: *Convolvulus* sp. Beders, x 1.250.
Fig. 4: *Phlomis* sp. Barranco de Salanca, muestra BS7, x 1.250.
Fig. 5: Lamiaceae. Mina de Sampsor, nivel 12, x 1.250.
Fig. 6: *Echium* sp. Barranco de Salanca, muestra BS7, x 1.250.
Fig. 7: Apiaceae (tipo 2). Barranco de Salanca, muestra BS4, x 1.250.
Fig. 8: Apiaceae (tipo 1). Beders, x 1.250.
Figs. 9 a y b: *Sambucus* sp. Mina de Sanavastre, nivel G, x 1.250.
Figs. 10 a y b: *Phyllirea* sp. Torrente de Vilella, muestra TV3, x 1.250.
Fig. 11: Rubiaceae, vertedero de Sampsor, muestra 2, x 1.250.
Figs. 12 a y b: *Fraxinus* sp. Mina de Sampsor, nivel 1, x 1.250.

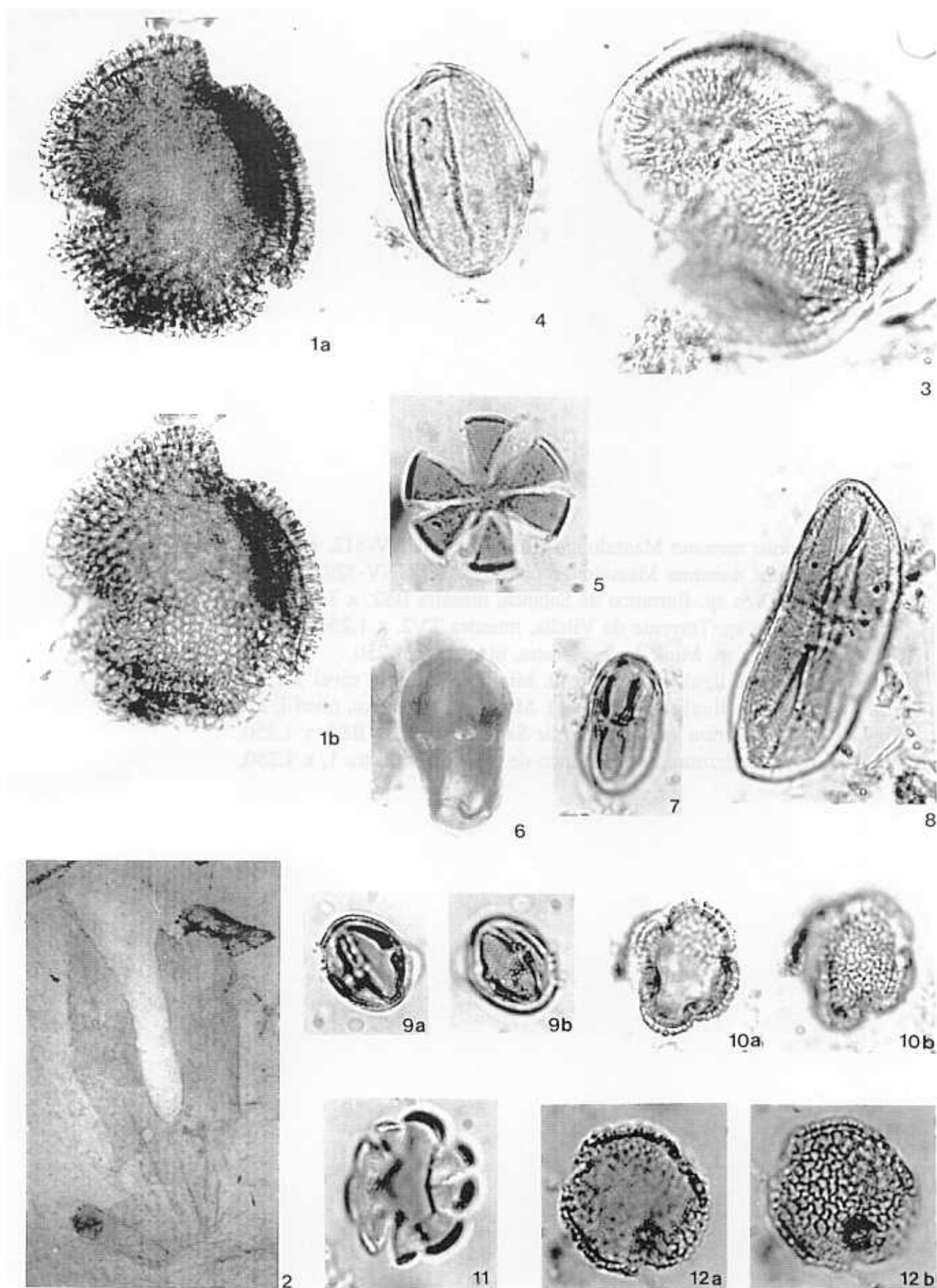


LÁMINA XXIV

- Fig. 1: *Fraxinus numana* Massalongo (foliolo). MNCNV-312, x 1,5.
Fig. 2: *Fraxinus numama* Massalongo (sámara). MNCNV-3295, Coll de Saig, x 2.
Figs. 3a y b: *Olea* sp. Barranco de Salanca, muestra BS2, x 1.250.
Fig. 4: *Lonicera* sp. Torrente de Vilella, muestra TV2, x 1.250.
Fig. 5: *Valeriana* sp. Mina de Sanavastre, nivel Q, x 1.250.
Fig. 6: Asteraceae liguliflorae (tipo 2). Mina de Sampsor, nivel 12, x 1.250.
Fig. 7: Asteraceae liguliflorae (tipo 1). Mina de Sanavastre, nivel I, x 1.250.
Figs 8a y b: *Ligustrum* sp. Barranco de Salanca, muestra BS5, x 1.250.
Figs. 9a, b y c: *Viburnum* sp. Barranco de Salanca, muestra 1, x 1.250.

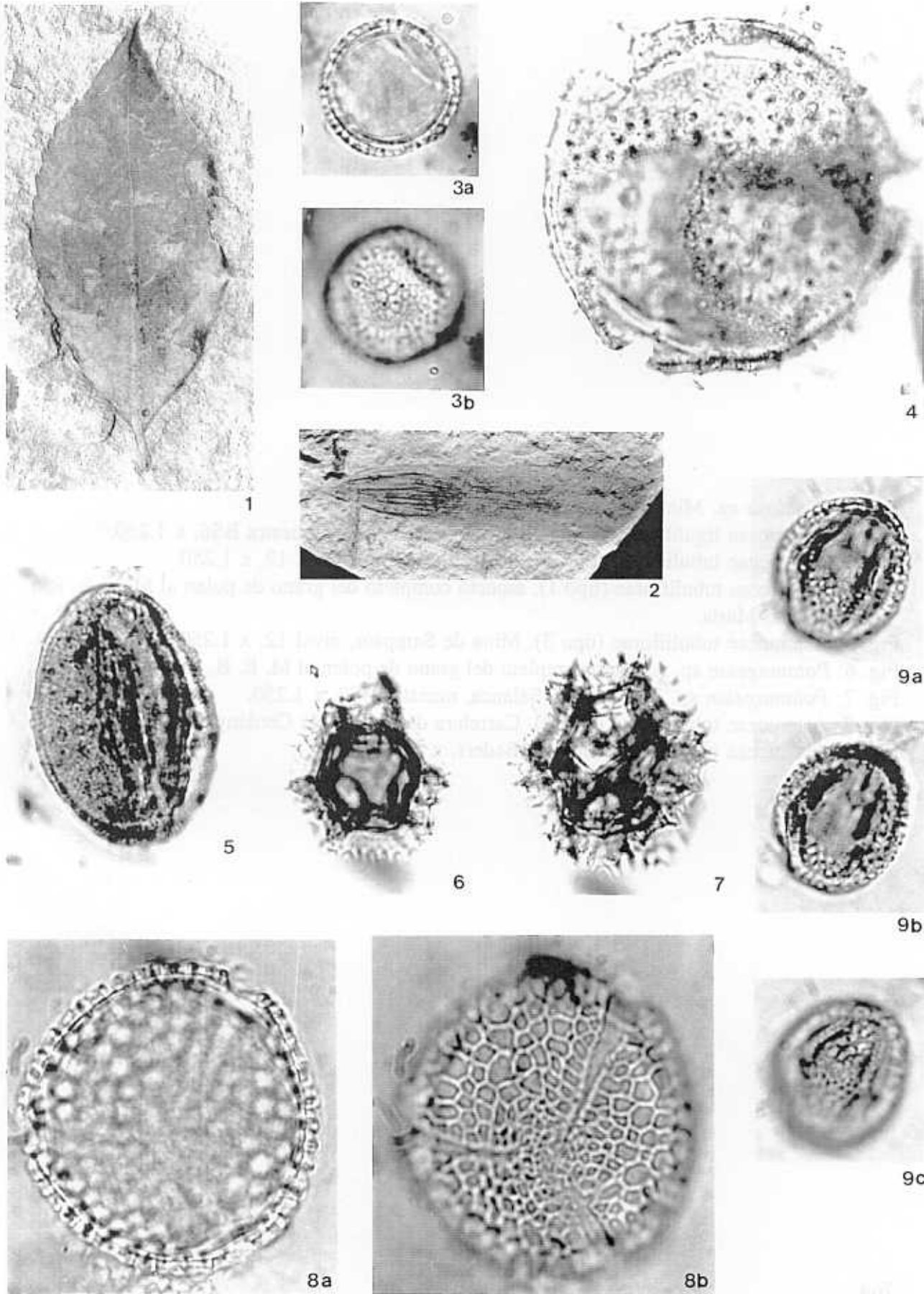
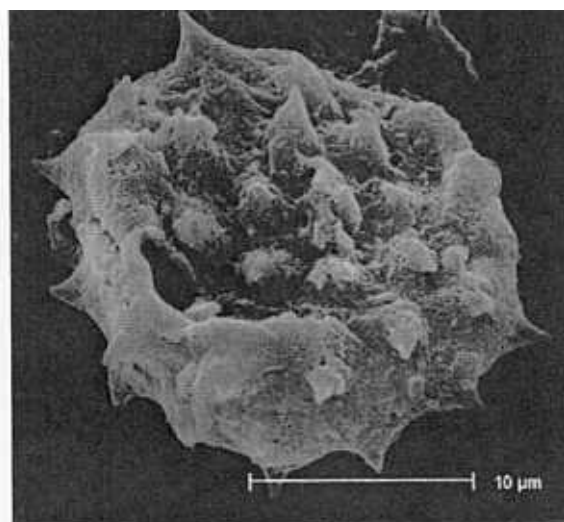


LÁMINA XXV

- Fig. 1: *Scabiosa* sp. Mina de sampsor, nivel 3, x 1.250.
- Fig. 2: Asteraceae liguliflorae (tipo 1). Barranco de Salanca, muestra BS6, x 1.250.
- Fig. 3: Asteraceae tubuliflorae (tipo 5). Mina de Sampsor, nivel 12, x 1.250.
- Fig. 4: Asteraceae tubuliflorae (tipo 1), aspecto completo del grano de polen al M. E. B. Riu de Sta. María.
- Fig. 5: Asteraceae tubuliflorae (tipo 3). Mina de Sampsor, nivel 12, x 1.250.
- Fig. 6: *Potamogeton* sp. Aspecto completo del grano de polen al M. E. B. Riu de Sta. María.
- Fig. 7: *Potamogeton* sp. Barranco de Salanca, muestra BS7, x 1.250.
- Fig. 8: Asteraceae tubuliflorae (tipo 4). Carretera de Bellver de Cerdanya a Pi, x 1.250.
- Fig. 9: Asteraceae tubuliflorae (tipo 2). Beders, x 1.250.



1



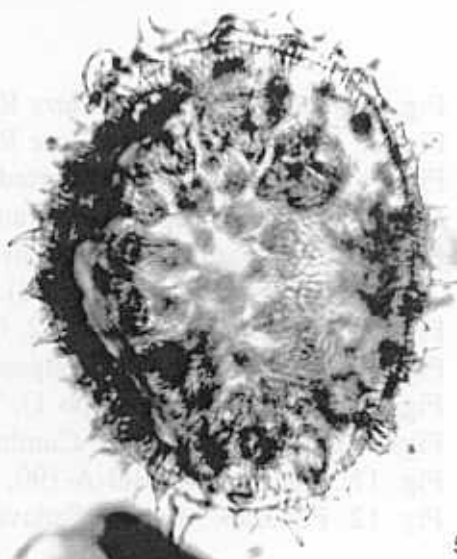
4



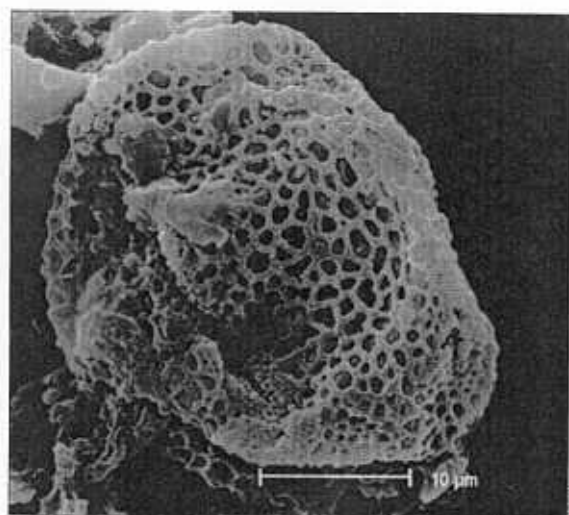
2



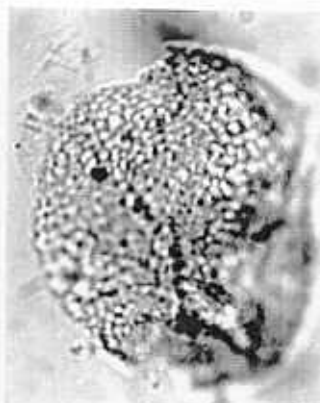
3



5



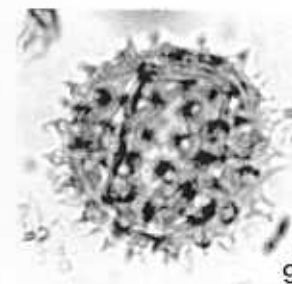
6



7



8



9

LÁMINA XXVI

Fig. 1: *Potamogeton orbiculare* Rérolle. MNCNV s/n, San Salvador, x 1,5.

Fig. 2: *Potamogeton orbiculare* Rérolle. MNCNV-4740, Coll de Saig, x 1.

Fig. 3: Arecaceae (tipo 3). Vertedero de Sampsor, muestra 1, x 1.250.

Fig. 4: Arecaceae (tipo 2). Barranco de Salanca, muestra BS7, x 1.250.

Fig. 5: Arecaceae. CJK-011, Coll de Saig, x 0,6.

Fig. 6: Arecaceae (tipo 3). Vertedero de Sampsor, muestra 1, x 1.250.

Fig. 7: Poaceae. MNCNV-4732, Coll de Saig, x 1,5.

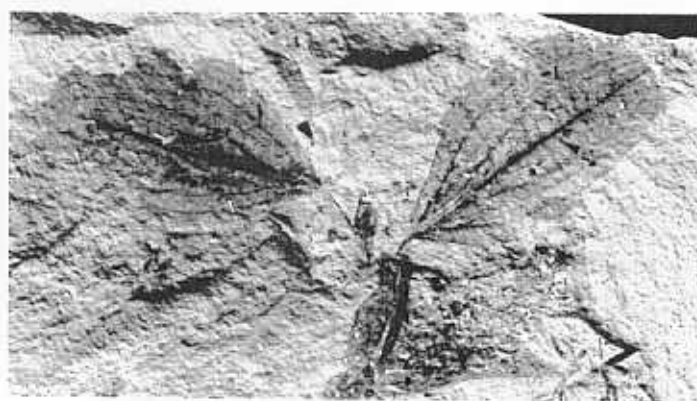
Fig. 8: Poaceae. Mina de Sampsor, nivel 10, x 1.250.

Figs. 9a y b: Arecaceae (tipo 1). Torrente de Vilella, muestra TV2, x 1.250.

Figs. 10a y b: Cyperaceae. Camino al Serrat de Nas, nivel de lutitas, x 1.250.

Fig. 11: Poaceae. MGBG-A-190, Coll de Saig, x 1,5.

Fig. 12: Poaceae. Mina de Sanavastre, nivel L, x 1.250.



1



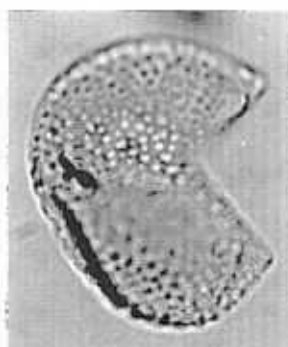
2



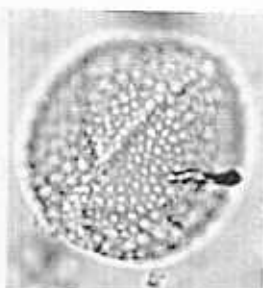
4



5



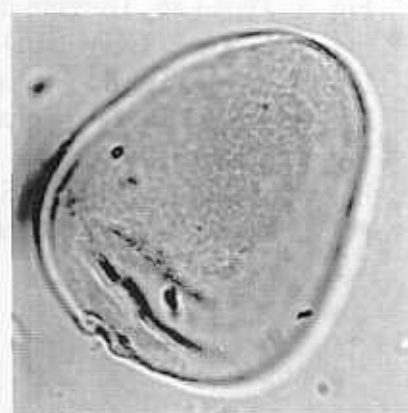
3



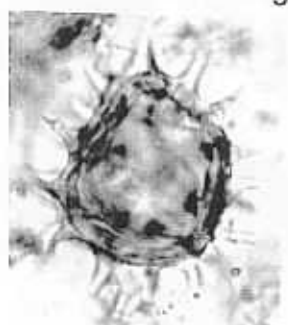
6



7



8



9a



9b



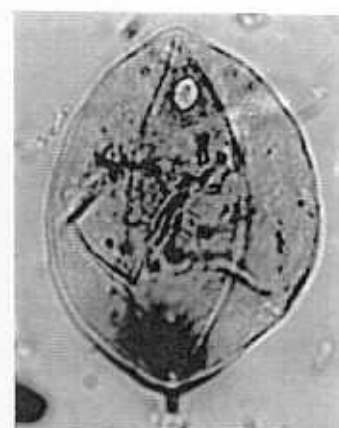
10a



10b



11



12

LÁMINA XXVII

- Fig. 1: Poaceae, células epidérmicas del haz. MNCNV-4732, Coll de Saig, x 500.
Fig. 2: Poaceae. MNCNV-291, Coll de Saig, x 1.
Fig. 3: *Typha* sp. Torrente de Vilella, muestra TV1, x 1.250.
Fig. 4: Poaceae. UCM-BED-016, Beders, x 2,5.
Fig. 5: Sparganiaceae-Typhaceae. Mina de Sanavastre, nivel B, x 1.250.
Fig. 6: Sparganiaceae-Typhaceae. Vertedero de Sampsor, muestra 1, x 1.250.
Fig. 7: Liliaceae. Beders, x 1.250.
Fig. 8: Liliaceae. Mina de Sanavastre, nivel G, x 1.250.
Fig. 9: *Typha latissima* Alex Braun in Heer. MNCNV-4724, Coll de Saig, x 1.



1



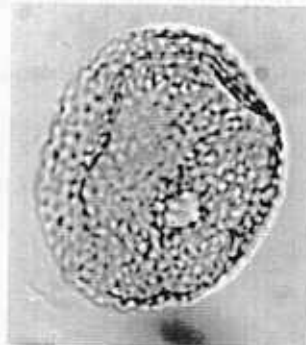
4



2



3



5



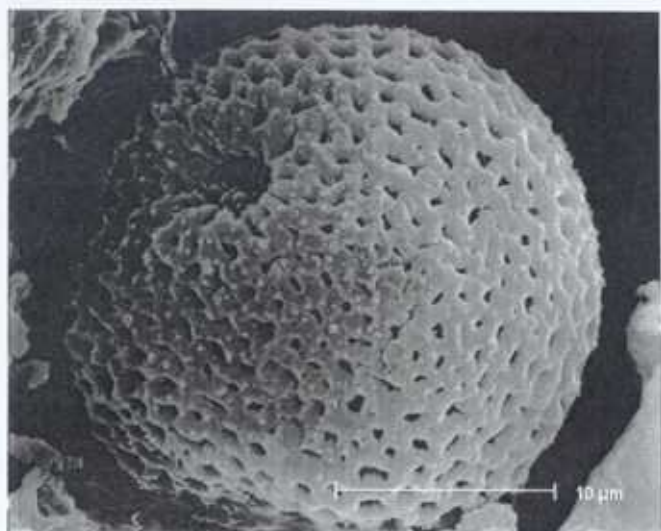
6



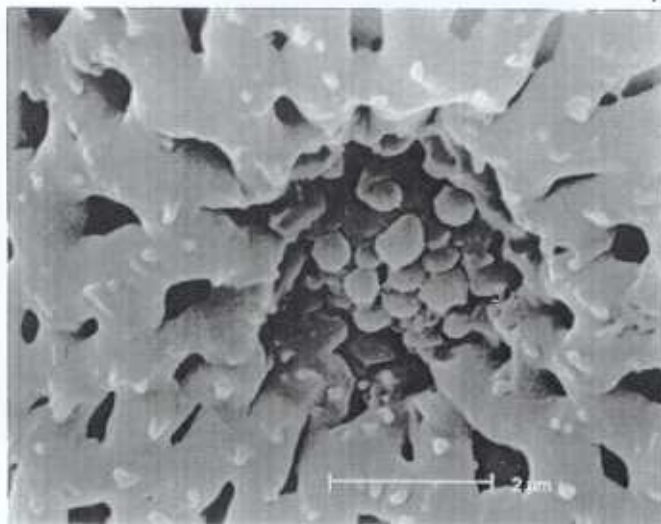
9

LÁMINA XXVIII

- Fig. 1: Sparganiaceae-Typhaceae, aspecto completo del grano de polen al M. E. B. Mina de Sanavastre, nivel B, x 1.250.
- Fig. 2: Sparganiaceae-Typhaceae, detalle del poro al M. E. B. Mina de Sanavastre, nivel B, x 1.250.
- Fig. 3: *Smilax hastata* (Brongniart) Saporta. CMLL-053, torrente de Vilella, x 1,5.
- Fig. 4: Hoja juvenil de Betulaceae o Ulmaceae. MNCNV-4515, Beders, x 1,5.
- Fig. 5: Hoja de Hamamelidaceae con un fragmento de Cupressaceae tipo 2 encima. MNCNV-4578, torrente de Vilella, x 1,5.
- Fig. 6: Hoja doblada de *Quercus drymeja* Unger. MNCNV-4338, Coll de Saig, x 1,5.
- Fig. 7: *Persea princeps* (Heer) Schimper, con ostrácodos sobre su limbo. MNCNV-248, Alp, x 1,5.
- Fig. 8: Grano de polen taxonómicamente indeterminable. Mina de Sanavastre, nivel A, x 1.250.
- Fig. 9: Espora indeterminable. Mina de Sanavastre, nivel A, x 1.250.
- Fig. 10: Cutícula quemada por un excesivo tratamiento con ácidos.



1



2



3



4



5



6



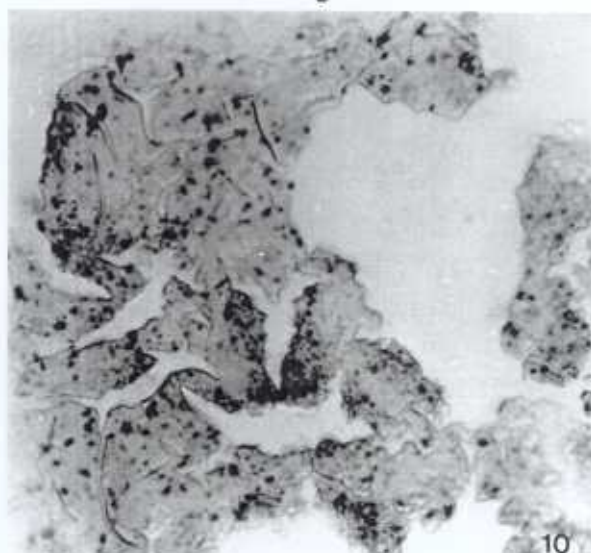
7



8



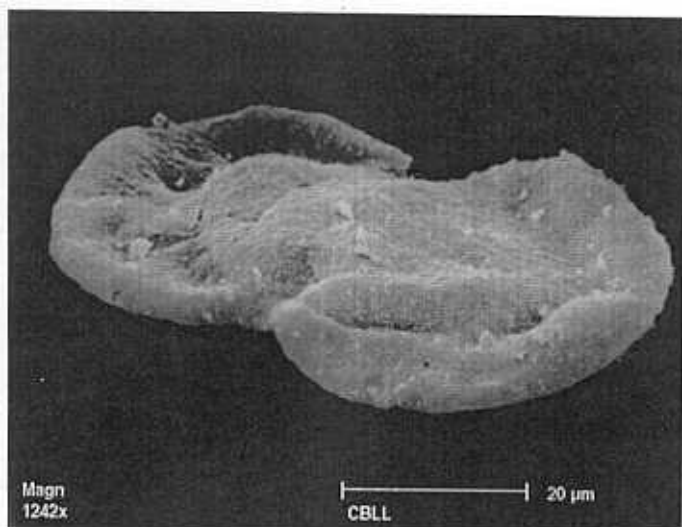
9



10

LÁMINA XXIX

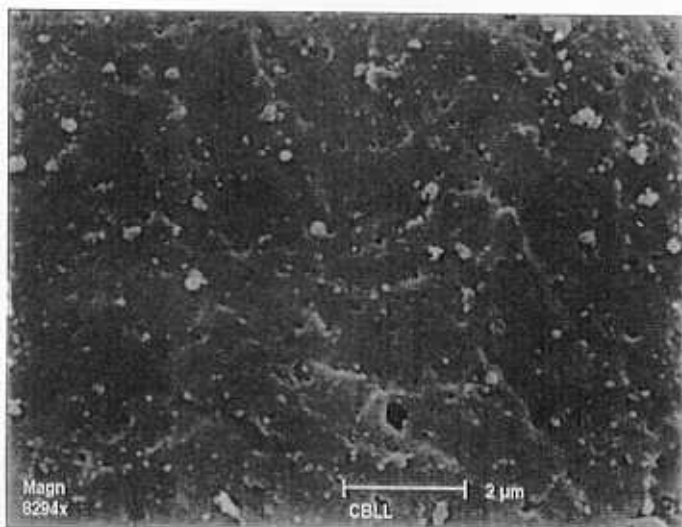
- Fig. 1: Grano de polen de Pinaceae al M. E. B., en donde se puede observar un aplanamiento y deformación, seguramente debida a la presión del sedimento sobre él. Camino de Balltarga a Bor.
- Fig. 2: Superficie del anterior ejemplar donde se pueden observar daños por incrustaciones de partículas de sedimento.
- Fig. 3: Filamentos de diatomeas. Beders, x 500.
- Fig. 4: Conjunto de granos de polen de *Alnus* sp. agrupados. mina de Sanavastre, nivel G, x 812.
- Fig. 5: Esferas de ópalo sobre la superficie de un ejemplar de *Myrica lignitum* (Unger) Saporta. x 312.
- Fig. 6: Detalle de dos de las esferas de ópalo del ejemplar anterior. x 500.



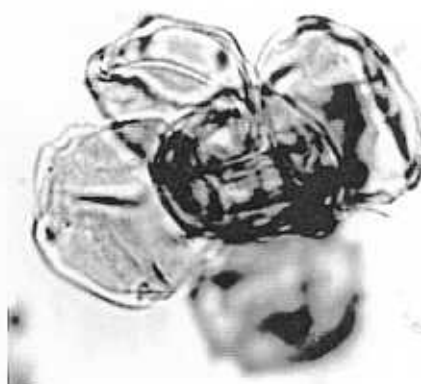
1



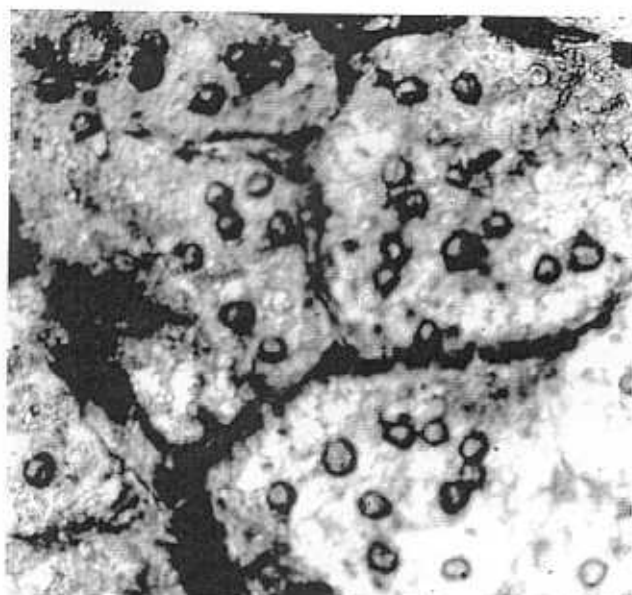
3



2



4



5



6